

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 22.11.11.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.05.13 Bulletin 13/21.

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) : CASSIDIAN — FR.

72 Inventeur(s) : ROBIN MICHEL.

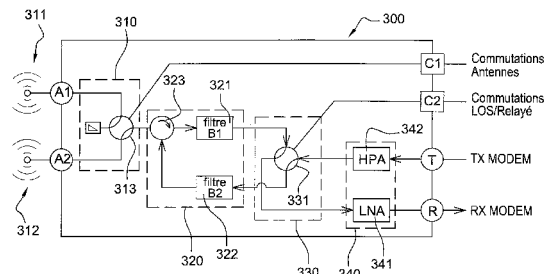
73 Titulaire(s) : CASSIDIAN.

74 Mandataire(s) : CASSIDIAN SAS.

54 TÊTE D'ÉMISSION/RÉCEPTION RADIOÉLECTRIQUE A PERMUTATION DE BANDE DE FREQUENCE.

57 Tête (300) d'émission/réception hyperfréquence et full duplex, pour un système de communication d'un véhicule aérien sans pilote, tel qu'un drone comportant :

- un module (310) de transmission, apte à sélectionner une antenne (311, 312), la plus appropriée à un instant donné, afin d'émettre et/ou recevoir un signal,
- un module (320) de filtrage, apte à isoler la fonction d'émission de la fonction de réception, afin d'émettre le signal ou d'isoler la fonction de réception de la fonction d'émission afin de recevoir le signal, et
- un module (340) d'amplification, apte à amplifier la faiblesse du signal reçu afin d'être démoduler, ou apte à amplifier la puissance du signal modulé destiné à être émis, caractérisée en ce qu'elle comporte,
- un module (330) de commutation, apte à permuter les bandes de fréquences B1 et B2 utilisées respectivement pour l'émission et la réception dudit signal.



## TÊTE D'EMISSION/RECEPTION RADIOELECTRIQUE A PERMUTATION DE BANDE DE FREQUENCE

### **Domaine de l'invention**

5 La présente invention concerne une tête d'émission/réception hyperfréquence, à permutation de bande de fréquence, afin de réaliser des liaisons de communication de type full duplex. Plus particulièrement, l'invention a pour but de proposer un système d'émission/réception radiofréquence, permettant de télécommander à partir de moyens de  
10 supervision un UAV (Unmanned Aerial Vehicle), généralement appelé drone, lorsque la liaison de communication entre le sol et l'UAV ne sont plus en vue direct.

### **Etat de la technique et problèmes techniques rencontrés**

Dans l'état de la technique, un système de communication  
15 radiofréquence peut être décomposé en deux principaux sous-ensembles :

- une tête 100 d'émission/réception (ou Front-End), et
- un modulateur/démodulateur (ou Modem).

Cette décomposition du système de communication radiofréquence correspond généralement dans les systèmes hyperfréquences, à une  
20 séparation physique entre la fonction d'émission/réception et la fonction de modulation/démodulation. En effet, la tête 100 d'émission/réception est placée au plus près d'une antenne 111, afin de limiter au minimum les pertes et maximiser ainsi les performances d'émission et de réception d'un signal. Une tête 100 d'émission/réception d'un système de communication de type  
25 full duplex, autrement dit, que les informations ou données sont transportées simultanément dans chaque sens, comporte principalement, comme illustrée à la figure 1 :

- un amplificateur 141 de faible bruit ou LNA (pour Low Noise Amplifier),
- 30 - un amplificateur 142 de puissance ou HPA (pour High Power Amplifier), et
- un duplexeur 123.

Cette tête 100 comporte en outre des filtres 121 et 122, qui isolent le récepteur R de l'émetteur T. L'émission s'effectue dans une bande de  
35 fréquence B2 et la réception s'effectue dans une bande de fréquence B1.

L'utilisation d'une telle tête 100 pour le système de communication full duplex d'un véhicule aérien sans pilote, dit UAV, ou drone, permet la radiocommande dudit drone depuis le sol. De plus, une telle utilisation permet la réception de télémesures et de données issues de capteurs  
5 embarqués dans ledit drone.

Compte tenu de la taille et de l'altitude en vol du drone, il s'avère utile d'installer à bord de ce dernier deux antennes respectivement 211 et 212, comme illustrée à la figure 2, permettant ainsi de choisir au cours de la mission celle qui, à un instant donné, est la plus appropriée. Dans un tel cas,  
10 un commutateur 213 d'antennes est couplé à l'entrée de la tête 200 d'émission/réception. Ce commutateur 213 est contrôlé par une unité de commande C1.

Toutefois, la portée de la liaison de communication entre le sol et le drone en vue direct est limitée, en particulier, du fait de la courbure de la  
15 terre.

Il existe donc un besoin d'augmenter la portée de liaison de communication entre le sol et un drone lorsqu'ils ne sont pas en liaison hertzienne en vue direct.

### **Exposé de l'invention**

La présente invention vise à résoudre l'ensemble des inconvénients de l'état de la technique. Pour cela, l'invention propose un ensemble d'architectures de tête d'émission/réception full duplex. Ce type d'architecture de tête d'émission/réception selon l'invention, permet d'augmenter la portée de la liaison de la communication, en insérant dans le trajet entre des  
25 moyens de supervision du drone et ledit drone, un deuxième drone muni d'une tête selon l'invention. Ainsi, l'utilisation de la tête d'émission/réception selon l'invention permet de permuter les bandes d'émission et de réception du deuxième drone, lui permettant de devenir un drone relais. Autrement dit, la permutation des bandes d'émission et de réception permet d'obtenir  
30 l'émission dans la bande de fréquences B1 et la réception dans la bande de fréquences B2.

L'invention a donc pour objet une tête d'émission/réception hyperfréquence et full duplex, pour un système de communication d'un véhicule aérien sans pilote, tel qu'un drone comportant :

- un module de transmission, apte à sélectionner une antenne, la plus appropriée à un instant donné, afin d'émettre et/ou recevoir un signal,

5 - un module de filtrage, apte à isoler la fonction d'émission de la fonction de réception, afin d'émettre le signal ou d'isoler la fonction de réception de la fonction d'émission afin de recevoir le signal, et

- un module d'amplification, apte à amplifier la faiblesse du signal reçu afin d'être démoduler, ou apte à amplifier la puissance du signal modulé destiné à être émis,

caractérisée en ce qu'elle comporte,

10 - un module de commutation, apte à permuter les bandes de fréquences B1 et B2 utilisées respectivement pour l'émission et la réception dudit signal.

L'invention comporte également l'une quelconque des caractéristiques suivantes :

15 - le module d'amplification comporte :

- au moins un amplificateur apte à amplifier le signal reçu de sorte à être démodulé par un modem,

- un amplificateur apte à amplifier la puissance du signal modulé par ledit modem de sorte à être émis ;

20 - le module de transmission comporte au moins un commutateur, configuré de sorte à sélectionner l'antenne, qui à un instant donnée est la plus appropriée ;

- le module de filtrage comporte :

- un filtre isolant le signal sur la bande de fréquence B1,

25 - un filtre isolant le signal sur la bande de fréquence B2,

- lesdits deux filtres étant connectés au module de transmission au moyen d'un duplexeur, et étant connecté au module d'amplification, au moyen du module de commutation ;

30 - le module de commutation comporte au moins un commutateur configuré de sorte,

- à coupler certains amplificateurs avec certains filtres, lorsque la tête d'émission/réception est dans un mode pour établir une liaison de communication directe,

- à coupler certains amplificateurs avec certains filtres, lorsque la tête d'émission/réception est dans un mode pour établir une liaison de communication relayée ;
- le module de commutation comporte quatre commutateurs, 5 configurés de sorte que lesdits commutateurs sont aptes à permuter ensemble de manière synchrone ;
- le module de filtrage est pourvu de deux branches comportant chacune :
  - un filtre isolant le signal sur la bande de fréquence B1, 10
  - un filtre isolant le signal sur la bande de fréquence B2,
  - les branches étant chacune connectées au module de transmission au moyen d'un duplexeur, et étant connectées au module d'amplification au moyen du module de commutation ;
  - le module de commutation comporte deux commutateurs configurés 15 de sorte,
    - lorsque la tête d'émission/réception est dans un mode pour établir une liaison de communication directe, à coupler certains amplificateurs avec certains filtres,
    - lorsque la tête d'émission/réception est dans un mode pour 20 établir une liaison de communication relayée, à coupler certains amplificateurs avec certains filtres ;
    - le module de commutation comporte un duplexeur et un commutateur configurés de sorte,
      - lorsque la tête d'émission/réception est dans un mode pour 25 établir une liaison de communication directe, à coupler certains amplificateurs avec certains filtres,
      - lorsque la tête d'émission/réception est dans un mode pour établir une liaison de communication relayée, à coupler certains amplificateurs avec certains filtres ;
- le module de transmission comporte deux commutateurs aptes à 30 sélectionner en même temps les deux antennes de sorte que,
  - lorsque certains amplificateurs sont couplés avec certains filtres, alors la tête d'émission/réception est configurée pour être dans un mode d'autotest de la bande de fréquence B1,

- lorsque certains amplificateurs sont couplés avec certains filtres, alors la tête d'émission/réception est configurée pour être dans un mode d'autotest de la bande de fréquence B2 ;

5 - le commutateur est configuré de sorte à pouvoir coupler le modem avec :

- soit l'amplificateur connecté au filtre isolant la chaîne de réception sur la bande de fréquence B1, ou

- soit l'amplificateur connecté au filtre isolant la chaîne de réception sur la bande de fréquence B2.

#### 10 **Breve description des figures**

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Celles-ci ne sont présentées qu'à titre illustratif mais nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

15 - Figure 1 : une représentation schématique d'une architecture d'une tête d'émission/réception full duplex selon l'état de la technique, déjà décrite;

- Figure 2 : une représentation schématique d'une architecture de tête d'émission/réception full duplex à commutation d'antennes selon l'état de la technique, déjà décrite;

20 - Figures 3a-3b : des représentations schématiques d'une architecture de tête d'émission/réception, selon une première variante de réalisation de l'invention;

- Figures 4a-4b : des représentations schématiques d'une architecture de tête d'émission/réception, selon une deuxième variante de réalisation de l'invention;

25 - Figures 5a-5b : des représentations schématiques d'une architecture de tête d'émission/réception, selon une troisième variante de réalisation de l'invention;

30 - Figures 6a-6b : des représentations schématiques d'une architecture de tête d'émission/réception, selon une quatrième variante de réalisation de l'invention;

- Figures 7a-7e : des représentations schématiques d'une architecture de tête d'émission/réception, selon une cinquième variante de réalisation de l'invention;

- Figure 8 : une représentation schématique d'une architecture de tête d'émission/réception, selon une sixième variante de réalisation de l'invention;

### **Description de l'invention**

On note dès à présent que les figures ne sont pas à l'échelle.

5 Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de  
10 réalisations peuvent également être combinées pour fournir d'autres réalisations.

Les véhicules aériens sans pilote ou UAV (pour Unmanned Aerial Vehicule), par la suite appelés drones, sont généralement pourvus d'un système de communication. Le système de communication d'un drone a  
15 pour fonction primaire de permettre le pilotage à distance dudit drone via des moyens de supervision et de pilotage, à partir d'un complexe militaire ou non installé au sol ou en sous-sol, mais aussi à partir d'un aéronef, d'un véhicule destiné à se mouvoir sur le sol, d'un navire, d'un sous-marin, ou d'une navette spatiale. Ce système de communication a pour fonction secondaire  
20 de permettre la transmission, vers les moyens de supervision, des télémessures et des données issues des capteurs embarqués dans ledit drone.

Pour cela le système de communication utilisé est de type hyperfréquence, en cela qu'il comporte de manière non exhaustive les  
25 éléments suivants :

- un système radioélectrique conçu en vu de rayonner ou de capter les ondes électromagnétiques, qui dans le reste de la description sera dénommé  
antenne. Compte tenu de la taille et de l'altitude en vol du drone, il s'avère utile d'installer à bord de ce dernier deux antennes permettant ainsi de  
30 choisir au cours de la mission qui lui est confié, l'antenne qui, à un instant donné, est la plus appropriée pour une transmission ou une réception de données.

- une tête d'émission/réception (ou Front-End), permettant une communication bidirectionnelle en full duplex. On entend par full duplex, le

fait que les informations ou les données sont transportées simultanément dans chaque sens, autrement dit en émission et en réception.

- un modulateur/démodulateur (ou modem), permettant dans le cas du modulateur de convertir les données numériques issues des capteurs  
5 équipant le drone, par exemple, en un signal apte à être émis par l'antenne, et dans le cas du démodulateur, de convertir le signal reçu issue de l'antenne en des données numériques capables, par exemple, de permettre le pilotage du drone, ou de reconfigurer à distance un ou plusieurs capteurs.

10 Cependant, la portée de la liaison hyperfréquence de la communication entre les moyens de supervision et le drone en vue direct reste très limitée, en particulier, du fait de la courbure de la terre.

Pour augmenter la portée de la liaison radioélectrique entre des moyens de supervision et un drone, notamment lorsque ledit drone ne se trouve pas dans une configuration où la liaison hertzienne est en vue directe,  
15 il devient nécessaire d'insérer sur le trajet entre les moyens de supervision du drone et ledit drone, au moins un deuxième drone muni d'une tête d'émission/réception appropriée selon l'invention.

En effet, l'invention se situe dans l'architecture interne de la tête d'émission/réception qui équipe chaque drone ou au moins les drones  
20 servant de relais de communication jusqu'aux moyens de supervision.

Selon un mode de réalisation de l'invention, une architecture interne de tête 300, 400, 500, 600, 700, 800, d'émission/réception comporte, de manière non exhaustive, un module 310, 410, 510, 610, 710, 810 de transmission apte à sélectionner une antenne 311, 312, 411, 412, 511, 512,  
25 611, 612, 711, 712, 811, 812, la plus appropriée à un instant donné, afin d'émettre et/ou recevoir un signal.

La tête 300, 400, 500, 600, 700, 800, comporte également un module 320, 420, 520, 620, 720, 820 de filtrage, apte à isoler la fonction d'émission de la fonction de réception afin d'émettre le signal ou d'isoler la fonction de  
30 réception de la fonction d'émission afin de recevoir le signal. Elle comporte en outre un module 340, 440, 540, 640, 740, 840 d'amplification, apte à amplifier la faiblesse du signal préalablement reçue par l'une des antennes 311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612, 711, 712, 811, 812, afin d'être  
35 démodulée, ou apte à amplifier la puissance du signal préalablement modulé, par le modem (non représenté), destiné à être émis. L'invention se

caractérise, particulièrement, par le fait que la tête 300, 400, 500, 600, 700, 800, d'émission/réception comporte un module 330, 430, 530, 630, 730, 830 de commutation. En effet, le module 330, 430, 530, 630, 730, 830 de commutation est apte à permuter des bandes de fréquences B1 et B2  
5 utilisées respectivement pour l'émission et la réception dudit signal.

Le module 340, 440, 540, 640, 740, 840, d'amplification comporte quant à lui, au moins un amplificateur 341, 441, 541, 641, 741, 841a, 841b, apte à amplifier le signal reçu de sorte à être démodulé par le modem. De manière préférentielle, cet amplificateur 341, 441, 541, 641, 741, 841a, 841b,  
10 est un amplificateur de faible bruit ou LNA (pour Low Noise Amplifier). Le module 340, 440, 540, 640, 740, 840 d'amplification comporte également un amplificateur 342, 442, 542, 642, 742, 842 apte à amplifier la puissance du signal modulé, par le modem, de sorte à être émis. De manière préférentielle, cet amplificateur 342, 442, 642, 742, 842, est un amplificateur  
15 de puissance ou HPA (pour High Power Amplifier).

Dans une variante de réalisation de l'invention, le module 310, 410, 510, 610, de transmission comporte un et unique commutateur 313, 413, 513, 613, comme illustré aux figures 3 à 6.

Dans une autre variante de réalisation de l'invention, le module 710, 810, de transmission comporte respectivement deux commutateurs 713, 714 et 813, 814, comme illustré aux figures 7a à 8.  
20

Dans chacune des deux variantes précédemment citées, les commutateurs sont configurés de sorte à sélectionner l'antenne 311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612, 711, 712, 811, 812, qui à un instant donné est  
25 la plus appropriée pour émettre ou recevoir un signal.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le module 320, 420, de filtrage comporte, comme illustré aux figures 3a à 4b, un filtre 321, 421 apte à isoler le signal sur la bande de fréquence B1, et un filtre 322, 422 apte à isoler le signal sur la bande de fréquence B2. Ces deux filtres respectivement  
30 321, 322 et 421, 422 sont connectés aux modules 310, 410 de transmission au moyen d'un duplexeur 323, 423, et sont connectés aux modules 340, 440 d'amplification au moyen du module 330, 430 de commutation.

Dans une première variante, le module 330 de commutation comporte un seul et unique commutateur 331. Ce commutateur 331 est configuré de  
35 sorte à établir une liaison de communication directe (figure 3a) entre les

moyens de supervision et le drone destiné à être piloté. Pour cela, le commutateur 331 couple l'amplificateur 341 avec le filtre 321, et l'amplificateur 342 avec le filtre 322. Dans ce cas, l'émission du signal s'effectue dans la bande de fréquence B2 et la réception du signal s'effectue dans la bande de fréquence B1. Le commutateur 331 est également configuré de sorte à établir une liaison de communication dite relayée (figure 3b), autrement dit, que la liaison entre les moyens de supervision et le drone destiné à être piloté s'effectue par l'intermédiaire d'au moins un drone relais. Pour cela, le commutateur 331 couple l'amplificateur 341 avec le filtre 322 et l'amplificateur 342 avec le filtre 321. Dans ce cas, l'émission du signal s'effectue dans la bande de fréquence B1 et la réception s'effectue dans la bande de fréquence B2.

Les commutateurs utilisés, sont de manière générale des composants permettant de traiter les signaux hyperfréquences, s'étendant de 1 GHz à plus de 100 GHz, comme par exemple, des commutateurs électromécaniques, des commutateurs à semi-conducteur (tels que des diodes ou des transistors à effet de champ, etc.), ou encore des microsystèmes électromécaniques dits MEMS (pour MicroElectroMechanical Systems). Chaque type de commutateur possède ses avantages et inconvénients.

En effet, en ce qui concerne les commutateurs électromécaniques, ils disposent d'une très bonne isolation, comprise entre 50 et 70 dB selon la fréquence ; les pertes d'insertion sont faibles ; la tenue du signal en puissance reste élevée ; le temps de commutation est relativement élevé, de l'ordre de 10 ms mais, la fiabilité du commutateur est limitée et son encombrement est important.

En ce qui concerne les commutateurs à semi-conducteurs, ils disposent d'une isolation plutôt moyenne ; de pertes d'insertion également moyennes ; d'une tenue en puissance relativement faible, ainsi que d'un temps de commutation de l'ordre de 10 $\mu$ s mais, ces commutateurs disposent d'une bonne fiabilité et d'un relatif faible encombrement.

En ce qui concerne les microsystèmes électromécaniques, ils disposent d'une isolation moyenne, de pertes d'insertion faibles, d'une tenue en puissance faible, d'un faible encombrement et d'un temps de

commutation également faible mais, cette technologie est trop récente pour connaître l'évolution de ses caractéristiques à moyen et long terme.

Dans une deuxième variante selon les figures 4a, 4b, le module 430 de commutation comporte quatre commutateurs 431, 432, 433, 434, de puissance. Ces commutateurs 431, 432, 433, 434, sont configurés de sorte à établir une liaison de communication directe (figure 4a). Pour cela, les commutateurs 431 et 432 couplent l'amplificateur 441 avec le filtre 421, et les commutateurs 433 et 434 couplent l'amplificateur 442 avec le filtre 422. Dans ce cas, l'émission du signal s'effectue dans la bande de fréquence B2 et la réception s'effectue dans la bande de fréquence B1. Les commutateurs 431, 432, 433, 434 sont également configurés de sorte à établir une liaison de communication dite relayée (figure 4b). Pour cela, les commutateurs 431 et 433 couplent l'amplificateur 442 avec le filtre 421, et les commutateurs 432 et 434 couplent l'amplificateur 441 avec le filtre 422. Dans ce cas, l'émission du signal s'effectue dans la bande de fréquence B1 et la réception s'effectue dans la bande de fréquence B2.

L'architecture selon les figures 4a et 4b permet de cumuler les isolations de deux commutateurs et d'améliorer l'isolation entre l'émission et la réception. En effet, cette isolation double de valeur par rapport à l'architecture selon les figures 3a et 3b. Par exemple, on obtient une isolation résultante de 100 dB avec des commutateurs de 50dB chacun.

Il est donc impératif que les commutateurs 431, 432, 433, 434, commutent simultanément de manière synchrones, afin d'obtenir un signal de bonne qualité et le moins dégradé possible par rapport à une architecture à un seul commutateur comme aux figures 3a et 3b.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, le module 520, 620, 720, 820 de filtrage comporte, comme illustré aux figures 5a à 8, deux parties ou branches 521, 522, 621, 622, 721, 722, 821, 822. Chacune de ces branches comporte un filtre 523, 524, 623, 624, 723, 724, 823, 824 apte à isoler le signal sur la bande de fréquence B1, et un filtre 525, 526, 625, 626, 725, 726, 825, 826 apte à isoler le signal sur la bande de fréquence B2.

Les deux filtres 523, 524, 525, 526, 623, 624, 625, 626, 723, 724, 725, 726, 823, 824, 825, 826, de chaque branche 521, 522, 621, 622, 721, 722, 821, 822, sont connectés chacun au module 510, 610, 710, 810 de transmission au moyen d'un duplexeur 527, 528, 627, 628, 727, 728, 827,

828 et sont également connecté au module 540, 640, 740, 840 d'amplification au moyen du module 530, 630, 730, 830 de commutation.

5 Dans l'invention, on entend par duplexeur 527, 528, 627, 628, 727, 728, 827, 828, un dispositif électronique permettant l'utilisation d'une même antenne A1 ou A2 pour l'émission et la réception du signal. Il s'agit donc d'un commutateur qui relie alternativement l'antenne A1 ou A2 à l'émetteur puis au récepteur radio.

10 Dans une première variante, le module 530 de commutation comporte deux commutateurs 531, 532. Ces commutateurs 531 et 532 sont aptes à établir une liaison de communication directe (figure 5a). Pour cela, le commutateur 531 couple l'amplificateur 542 avec le filtre 524, et le commutateur 532 couple l'amplificateur 541 avec le filtre 523. Dans ce cas, l'émission du signal s'effectue dans la bande de fréquence B2 et la réception s'effectue dans la bande de fréquence B1. Les commutateurs 531 et 532  
15 sont également aptes à établir une liaison de communication relayée (figure 5b). Pour cela, le commutateur 531 couple l'amplificateur 542 avec le filtre 525 et le commutateur 532 couple l'amplificateur 541 avec le filtre 526. Dans ce cas, l'émission du signal s'effectue dans la bande de fréquence B1 et la réception s'effectue dans la bande de fréquence B2.

20 Cette architecture selon les figures 5a et 5b, permet une utilisation de trois commutateurs 513, 531, 532 au lieu de quatre commutateurs 431, 432, 433, 434, comme illustré aux figures 4a et 4b. L'isolation résultante des commutateurs 513, 531, 532 permet d'améliorer l'isolation entre la chaîne d'émission et la chaîne de réception du signal. En variante, le commutateur de la chaîne de réception est un commutateur de faible puissance. Les commutateurs 513 et 532 doivent avoir une grande isolation et les commutateurs 513 et 531 une forte tenue en puissance. En variante, le commutateur 531 dispose d'une isolation faible. Les pertes d'insertion sont  
25 minimisées et semblables au dispositif des figures 3a et 3b, et les composants ajoutés sont passifs. Dans l'invention, on entend par perte d'insertion, la dissipation du signal transporté pour l'émission ou la réception du fait de l'implémentation d'un composant électronique, tel qu'un commutateur, dans l'architecture.

30 Dans une deuxième variante dérivée de l'architecture selon les figures 5a et 5b, le module 630 de commutation comporte un commutateur 632, et

un circulateur ou duplexeur 631. Le commutateur 632 et le duplexeur 631 sont aptes à établir une liaison de communication directe (figure 6a). Pour cela, le duplexeur 631 couple l'amplificateur 642 avec le filtre 624, et le commutateur 632 couple l'amplificateur 641 avec le filtre 623. Dans ce cas, l'émission du signal s'effectue dans la bande de fréquence B2 et la réception s'effectue dans la bande de fréquence B1. Le commutateur 632 et le duplexeur 631 sont également aptes à établir une liaison de communication relayée (figure 6b). Pour cela, le duplexeur 631 couple l'amplificateur 642 avec le filtre 625 et le commutateur 632 couple l'amplificateur 641 avec le filtre 626. Dans ce cas, l'émission du signal s'effectue dans la bande de fréquence B1 et la réception s'effectue dans la bande de fréquence B2.

Cette architecture selon les figures 6a et 6b, permet une utilisation de deux commutateurs 613 et 632 au lieu de trois commutateurs 513, 531, 532, comme illustré aux figures 5a et 5b. L'isolation résultante des commutateurs 613 et 632 permet d'améliorer l'isolation entre la chaîne d'émission et la chaîne de réception du signal. En variante, le commutateur 632 de la chaîne de réception est un commutateur de faible puissance. Le commutateur 613 d'antennes présente une forte tenue en puissance. Les pertes d'insertion sont minimisées et semblables au dispositif des figures 3a et 3b, et les composants ajoutés sont passifs.

Dans une troisième variante dérivée de l'architecture selon les figures 6a et 6b, le module 730 de commutation comporte un commutateur 732, et un circulateur ou duplexeur 731. Toutefois, le module de transmission 710 comporte deux commutateurs 713 et 714 aptes à coupler, soit l'antenne 711, soit l'antenne 712, soit les deux antennes 711 et 712, soit aucune des antennes, avec le module de filtrage 720.

Dans un premier mode de fonctionnement de cette troisième variante, illustré figure 7a, les commutateurs 713, 714, 732 et le duplexeur 731 sont aptes à établir une liaison de communication directe au niveau de l'antenne 712. Pour cela, le duplexeur 731 couple l'amplificateur 742 avec le filtre 724, et le commutateur 732 couple l'amplificateur 741 avec le filtre 723. Dans ce cas, l'émission du signal s'effectue dans la bande de fréquence B2 et la réception s'effectue dans la bande de fréquence B1.

Dans un deuxième mode de fonctionnement de cette troisième variante, illustré figure 7b, les commutateurs 713, 714, 732 et le duplexeur

731 sont également aptes à établir une liaison de communication directe au niveau de l'antenne 711. Pour cela, le duplexeur 731 couple l'amplificateur 742 avec le filtre 724, et le commutateur 732 couple l'amplificateur 741 avec le filtre 723. Dans ce cas, l'émission du signal s'effectue dans la bande de fréquence B2 et la réception s'effectue dans la bande de fréquence B1.

Dans un troisième mode de fonctionnement de cette troisième variante, illustré figure 7c, les commutateurs 713, 714, 732 et le duplexeur 731 sont aptes à établir une liaison de communication relayée au niveau de l'antenne 712. Pour cela, le duplexeur 731 couple l'amplificateur 742 avec le filtre 725 et le commutateur 732 couple l'amplificateur 741 avec le filtre 726. Dans ce cas, l'émission du signal s'effectue dans la bande de fréquence B1 et la réception s'effectue dans la bande de fréquence B2.

Dans un quatrième mode de fonctionnement de cette troisième variante, illustré figure 7d, les commutateurs 713, 714, 732 et le duplexeur 731 sont aptes à établir un mode autotest. Ce mode autotest permet de tester intégralement les équipements d'émission/réception embarqués à bord de l'UAV, tels que les antennes 711, 712, la tête d'émission/réception 700 et le modem 750. Dans le cas de la figure 7d, le mode autotest s'effectue sur la bande de fréquence B1. Pour cela, le commutateur 713 couple l'antenne 711 avec le duplexeur 727 et le commutateur 714 couple l'antenne 712 avec le duplexeur 728. En outre, le duplexeur 731 couple l'amplificateur 742 avec le filtre 725, et le commutateur 732 couple l'amplificateur 741 avec le filtre 723.

Dans un cinquième mode de fonctionnement de cette troisième variante, illustré figure 7e, les commutateurs 713, 714, 732 et le duplexeur 731 sont aptes à établir un autre mode autotest. Dans le cas de la figure 7e, le mode autotest s'effectue sur la bande de fréquence B2. Pour cela, le commutateur 713 couple l'antenne 711 avec le duplexeur 727 et le commutateur 714 couple l'antenne 712 avec le duplexeur 728. En outre, le duplexeur 731 couple l'amplificateur 742 avec le filtre 724, et le commutateur 732 couple l'amplificateur 741 avec le filtre 726.

Cette architecture selon les figures 7a à 7e, permet l'adjonction d'un commutateur de puissance 714 par rapport à l'architecture illustrée aux figures 6a et 6b. Elle permet notamment d'exploiter une spécificité des liaisons de communication directe pour l'UAV. En effet, un système antenne est généralement constitué d'une antenne à grand gain, dite

antenne directive pointée, et d'une antenne à faible gain dite antenne omnidirectionnelle, autrement dit fixe. Le mode relayé utilise, quant à lui, uniquement l'antenne directive. Dans ce mode de réalisation de l'invention, le couplage entre l'antenne 711 et 712 est inférieur à l'isolation des commutateurs 713, 714 d'antennes 711, 712. Le signal issu de la chaîne d'émission, lorsque la tête 700 se trouve en mode relayé, est également amélioré.

Dans une quatrième variante dérivée de l'architecture selon les figures 7a à 7e, le module 830 de commutation comporte un commutateur 832, et un circulateur ou duplexeur 831. Le duplexeur 831 est configuré de sorte à pouvoir coupler l'amplificateur 842 de puissance avec, soit un filtre 824 dans la bande de fréquence B2, comme illustré à la figure 8, ou soit un filtre 825, (non illustré). Le commutateur 832 est configuré de sorte à pouvoir coupler soit un amplificateur 841a de faible bruit, ou soit un amplificateur 841b de faible bruit. L'amplificateur 841a est connecté au filtre 823 et l'amplificateur 841b est connecté au filtre 826.

Cette architecture selon la figure 8, permet d'augmenter l'isolation entre l'émission et la réception par rapport aux différents modes de réalisations et leurs variantes présentées précédemment. Cela est rendu possible par l'utilisation de deux amplificateurs de faible bruit 841a et 841b. En effet, cette meilleure isolation entre la chaîne d'émission et la chaîne de réception est obtenue en supprimant l'alimentation de l'amplificateur de faible bruit se trouvant dans la voie de réception non utilisée. Les conséquences d'une telle utilisation des deux amplificateurs 841a et 841b sont d'une part le fait que le gain de l'amplificateur de faible bruit est annihilé, et d'autre part que l'isolation entre l'entrée et la sortie d'un amplificateur qui se retrouve hors tension est plusieurs dizaines de décibels. En outre, comme le commutateur 832 de l'amplificateur 841a, 841b, de faible bruit est placé en sortie du dispositif de la tête 800, le facteur de bruit global du récepteur est minimisé par rapport aux différentes architectures illustrées aux figures 1 à 7e.

## REVENDEICATIONS

1 – Tête (300, 400, 500, 600, 800) d'émission/réception hyperfréquence et full duplex, pour un système de communication d'un  
5 véhicule aérien sans pilote, tel qu'un drone comportant :

- un module (310, 410, 510, 610, 710, 810) de transmission, apte à sélectionner une antenne (311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612, 711, 712), la plus appropriée à un instant donné, afin d'émettre et/ou recevoir un signal,
- un module (320, 420, 520, 620, 720, 820) de filtrage, apte à isoler la  
10 fonction d'émission de la fonction de réception, afin d'émettre le signal ou d'isoler la fonction de réception de la fonction d'émission afin de recevoir le signal, et

- un module (340, 440, 540, 640, 740, 840) d'amplification, apte à amplifier la faiblesse du signal reçu afin d'être démoduler, ou apte à amplifier  
15 la puissance du signal modulé destiné à être émis, caractérisée en ce qu'elle comporte,

- un module (330, 430, 530, 630, 730, 830) de commutation, apte à permuter les bandes de fréquences B1 et B2 utilisées respectivement pour l'émission et la réception dudit signal.

20 2 – Tête (300, 400, 500, 600, 700, 800) d'émission/réception selon la revendication 1, caractérisée en ce que le module (340, 440, 540, 640, 740, 840) d'amplification comporte,

- au moins un amplificateur (341, 441, 541, 641, 741, 841a, 841b) apte à amplifier le signal reçu de sorte à être démodulé par un modem (350,  
25 450, 550, 650, 750, 850),

- un amplificateur (342, 442, 542, 642, 742, 842) apte à amplifier la puissance du signal modulé par ledit modem (350, 450, 550, 650, 750, 850) de sorte à être émis.

30 3 – Tête (300, 400, 500, 600, 700, 800) d'émission/réception selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le module (310, 410, 510, 610, 710, 810) de transmission comporte au moins un commutateur (313, 413, 513, 613, 713, 714, 813, 814), configuré de sorte à sélectionner l'antenne (311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612, 711, 712, 811, 812) qui à un instant donnée est la plus appropriée.

4 – Tête (300, 400) d'émission/réception selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le module (320, 420) de filtrage comporte,

- un filtre (321, 421) isolant le signal sur la bande de fréquence B1,
- 5 - un filtre (322, 422) isolant le signal sur la bande de fréquence B2,
- les deux filtres (321, 322, 421, 422) étant connectés au module (310, 410) de transmission au moyen d'un duplexeur (323, 423), et étant connectés au module (340, 440) d'amplification, au moyen du module (330, 430) de commutation.

10 5 – Tête (300, 400) d'émission/réception selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le module (330, 430) de commutation comporte au moins un commutateur (331, 431, 432, 433, 434) configuré de sorte,

15 - lorsque la tête (300, 400) d'émission/réception est dans un mode pour établir une liaison de communication directe, à coupler l'amplificateur (341, 441) avec le filtre (321, 421), et à coupler l'amplificateur (342, 442) avec le filtre (322, 422),

20 - lorsque la tête (300, 400) d'émission/réception est dans un mode pour établir une liaison de communication relayée, à coupler l'amplificateur (341, 441) avec le filtre (322, 422), et à coupler l'amplificateur (342, 442) avec le filtre (321, 421).

25 6 – Tête (400) d'émission/réception selon la revendication 5, caractérisée en ce que le module (430) de commutation comporte quatre commutateurs (431, 432, 433, 434), configurés de sorte que lesdits commutateurs (431, 432, 433, 434) sont aptes à permuter ensemble de manière synchrone.

30 7 – Tête (500, 600, 700, 800) d'émission/réception selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le module (520, 620, 720, 820) de filtrage est pourvu de deux branches (521, 522, 621, 622, 721, 722, 821, 822) comportant chacune,

- un filtre (523, 525, 623, 625, 723, 725, 823, 825) isolant le signal sur la bande de fréquence B1,

- un filtre (524, 526, 624, 626, 724, 726, 824, 826) isolant le signal sur la bande de fréquence B2,

- les deux filtres (523, 524, 525, 526, 623, 624, 625, 626, 723, 724, 725, 726, 823, 824, 825, 826) de chaque branche (521, 522, 621, 622, 721, 722, 821, 822) étant chacun connecté au module (510, 610, 710, 810) de transmission au moyen d'un duplexeur (527, 528, 627, 628, 727, 728, 827, 828), et étant connecté au module (540, 640, 740, 840) d'amplification au moyen du module (530, 630, 730, 830) de commutation.

8 – Tête (500) d'émission/réception selon la revendication 7, caractérisée en ce que le module (530) de commutation comporte deux commutateurs (531, 532) configurés de sorte,

10 - lorsque la tête (500) d'émission/réception est dans un mode pour établir une liaison de communication directe, à coupler l'amplificateur (541) avec le filtre (523), et à coupler l'amplificateur (542) avec le filtre (524),

- lorsque la tête (500) d'émission/réception est dans un mode pour établir une liaison de communication relayée, à coupler l'amplificateur (541) avec le filtre (526), et à coupler l'amplificateur (542) avec le filtre (525).

9 – Tête (600, 700) d'émission/réception selon la revendication 7, caractérisée en ce que le module (630, 730, 830) de commutation comporte un duplexeur (631, 731, 831) et un commutateur (632, 732, 832) configurés de sorte,

20 - lorsque la tête (600, 700, 800) d'émission/réception est dans un mode pour établir une liaison de communication directe, à coupler l'amplificateur (641, 741, 841) avec le filtre (623, 723, 823), et à coupler l'amplificateur (642, 742, 842) avec le filtre (624, 724, 824),

25 - lorsque la tête (600, 700, 800) d'émission/réception est dans un mode pour établir une liaison de communication relayée, à coupler l'amplificateur (641, 741, 800) avec le filtre (626, 726, 826), et à coupler l'amplificateur (642, 742, 842) avec le filtre (625, 725, 825).

10 – Tête (700, 800) d'émission/réception selon la revendication 9, caractérisée en ce que le module (710, 810) de transmission comporte deux commutateurs (713, 714, 813, 814) apte à sélectionner en même temps les deux antennes (711, 712, 813, 814) de sorte que,

30 - lorsque l'amplificateur (741, 841a) est couplé avec le filtre (723, 823), et que l'amplificateur (742, 842) est couplé avec le filtre (725, 825), alors la tête (700, 800) d'émission/réception est configurée pour être dans un mode  
35 d'autotest de la bande de fréquence B1,

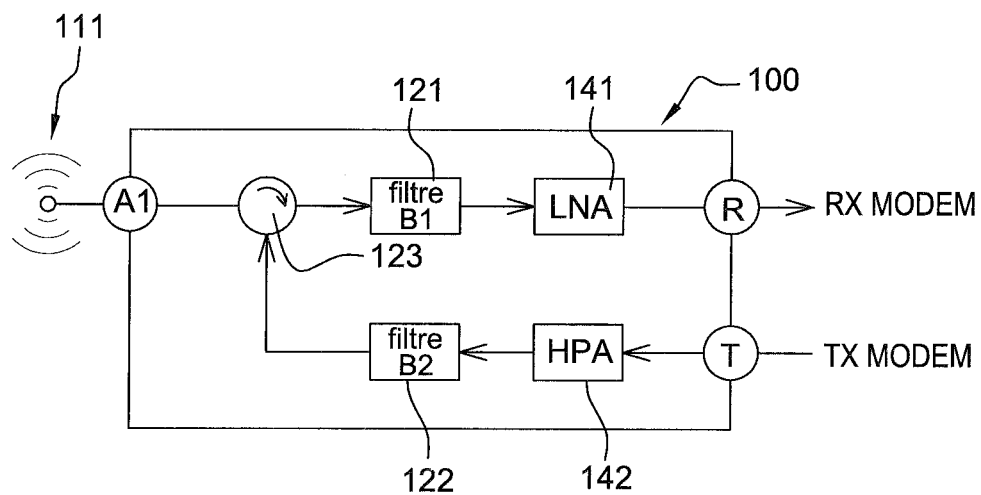
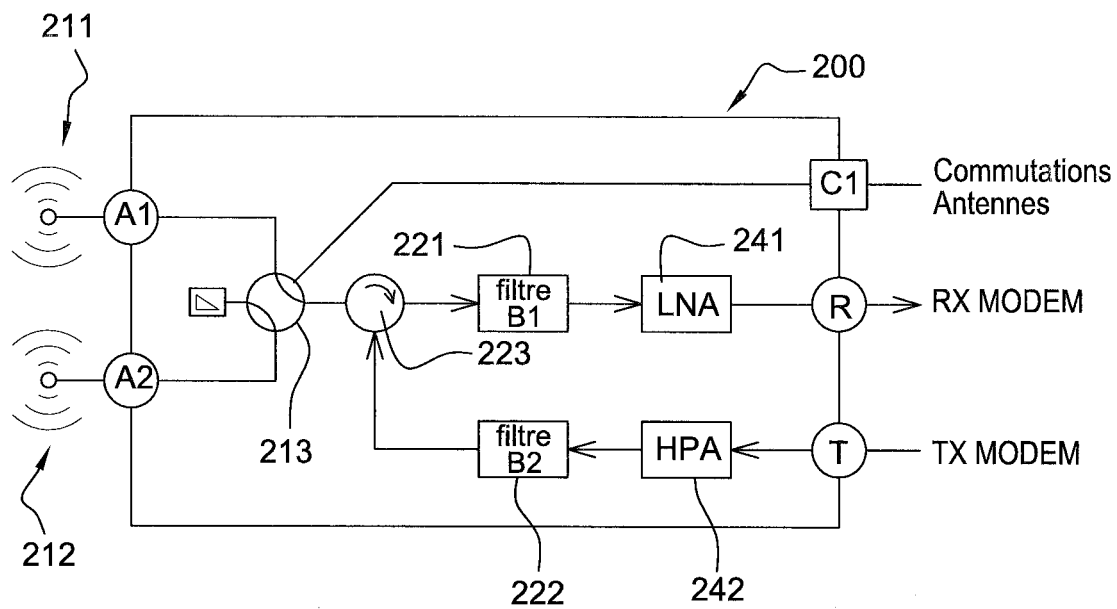
- lorsque l'amplificateur (741, 841b) est couplé avec le filtre (726, 826), et que l'amplificateur (742, 842) est couplé avec le filtre (724, 824), alors la tête (700, 800) d'émission/réception est configurée pour être dans un mode d'autotest de la bande de fréquence B2.

5            11 – Tête (800) d'émission/réception selon la revendication 9 ou 10, caractérisée en ce que, le commutateur (832) est configuré de sorte à pouvoir coupler le modem avec

- soit l'amplificateur (841a) connecté au filtre (823) isolant la chaîne de réception sur la bande de fréquence B1, ou

10           - soit l'amplificateur (841b) connecté au filtre (826) isolant la chaîne de réception sur la bande de fréquence B2.

1/15

**Fig. 1****Fig. 2**



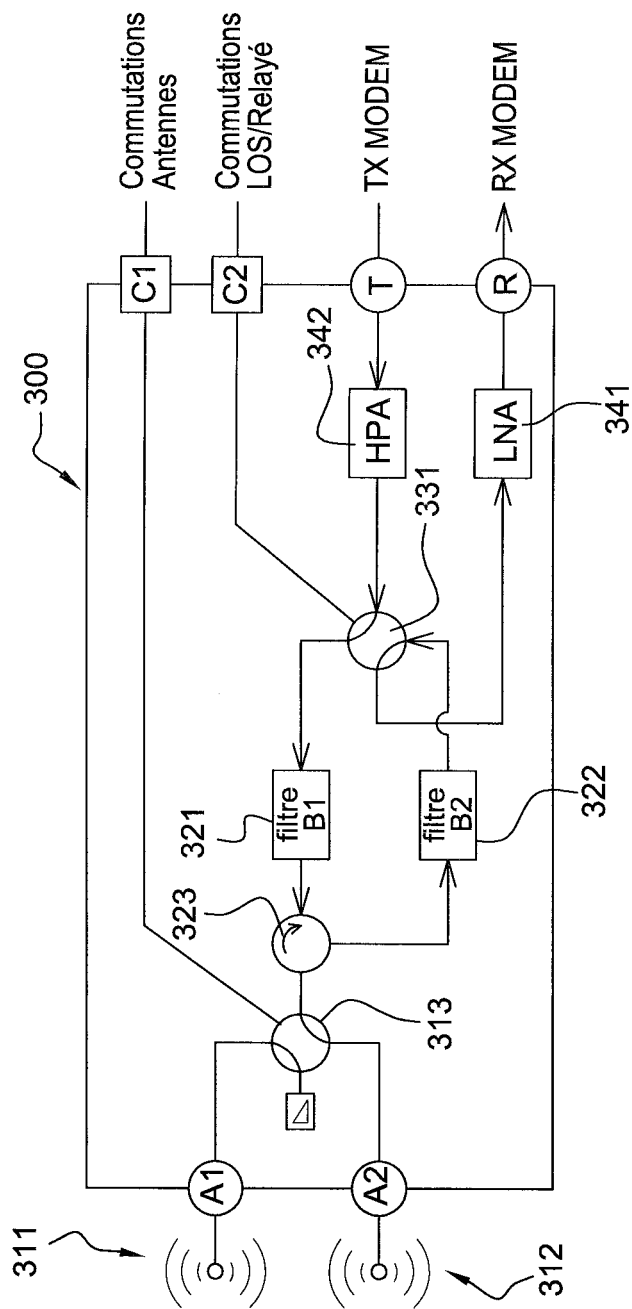


Fig. 3b

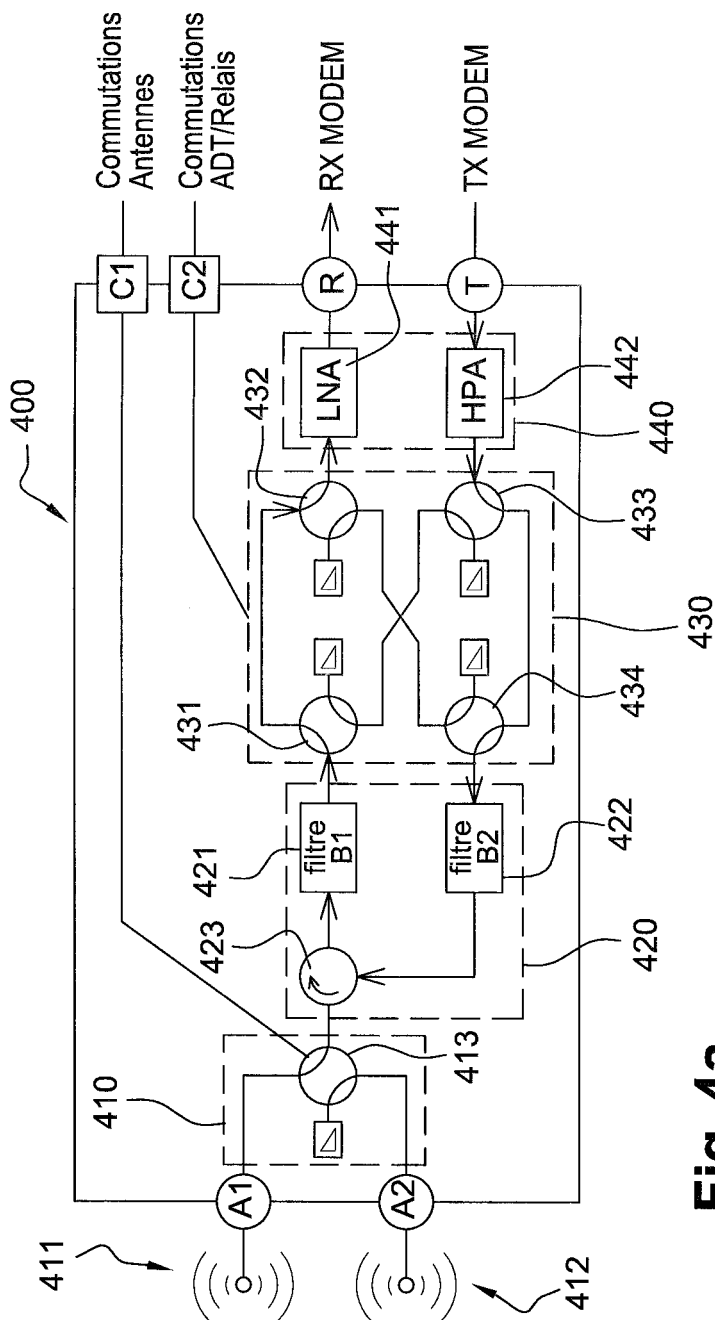


Fig. 4a

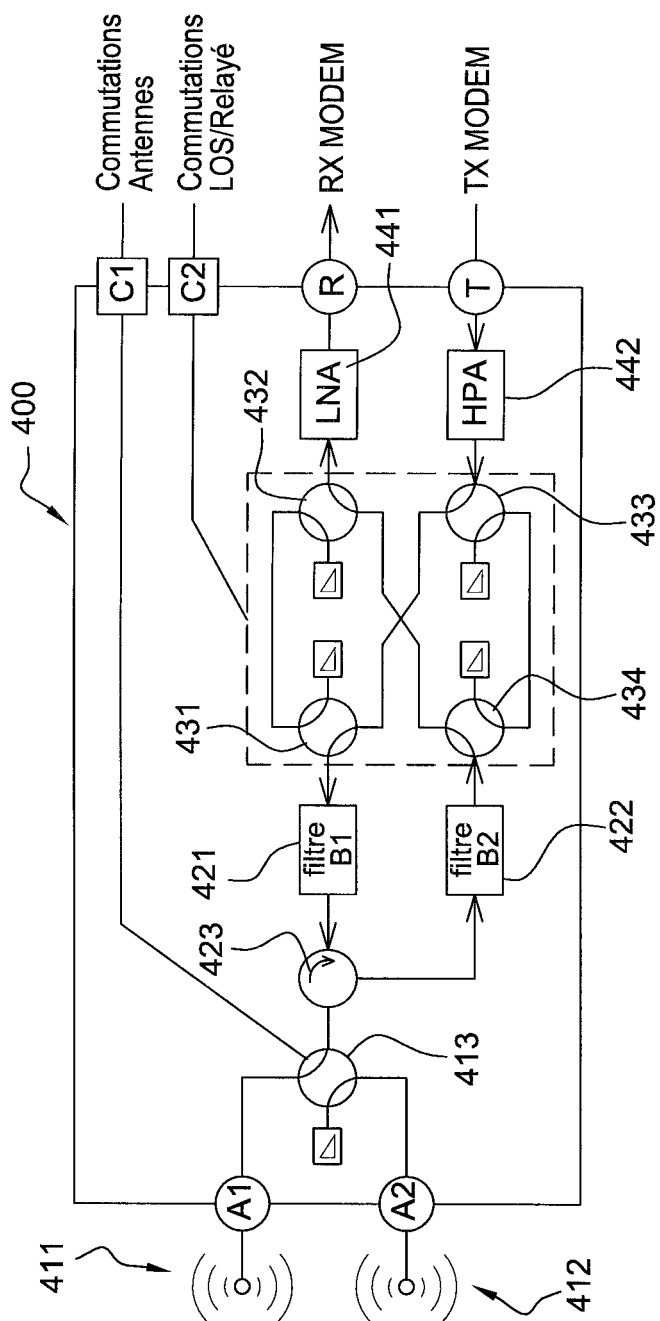


Fig. 4b

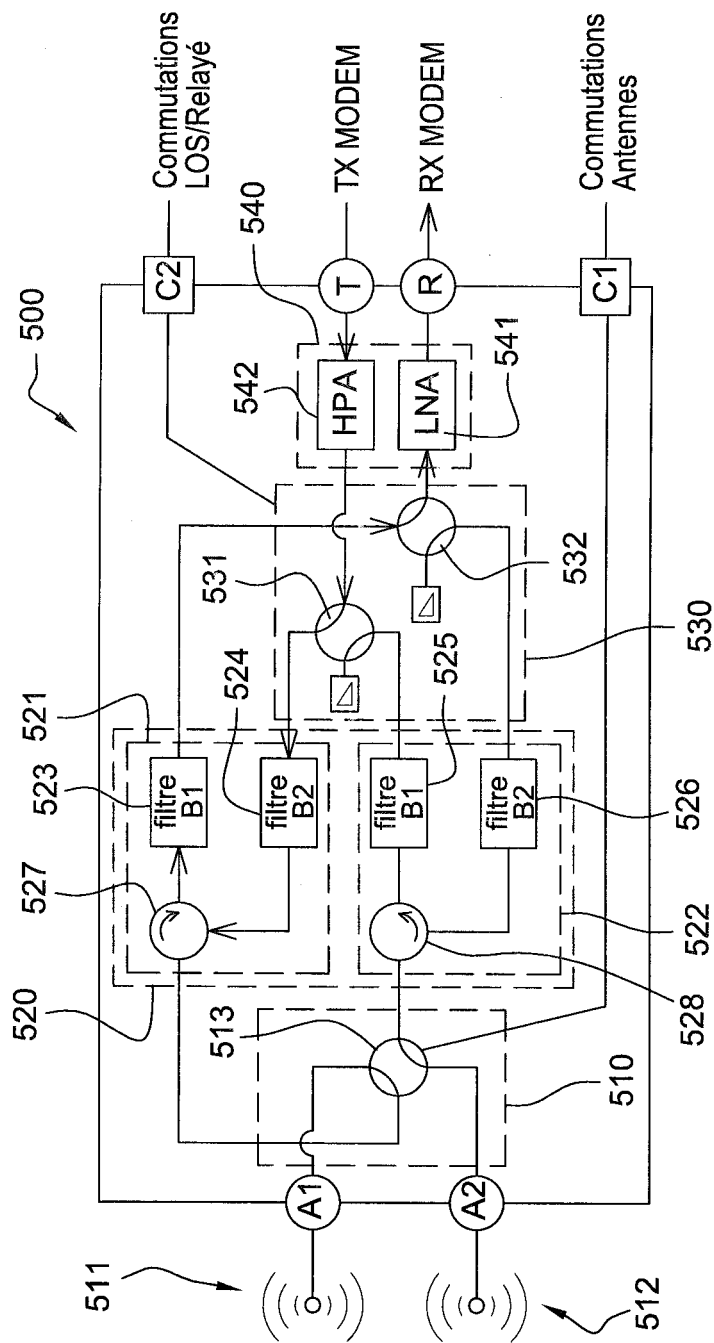


Fig. 5a

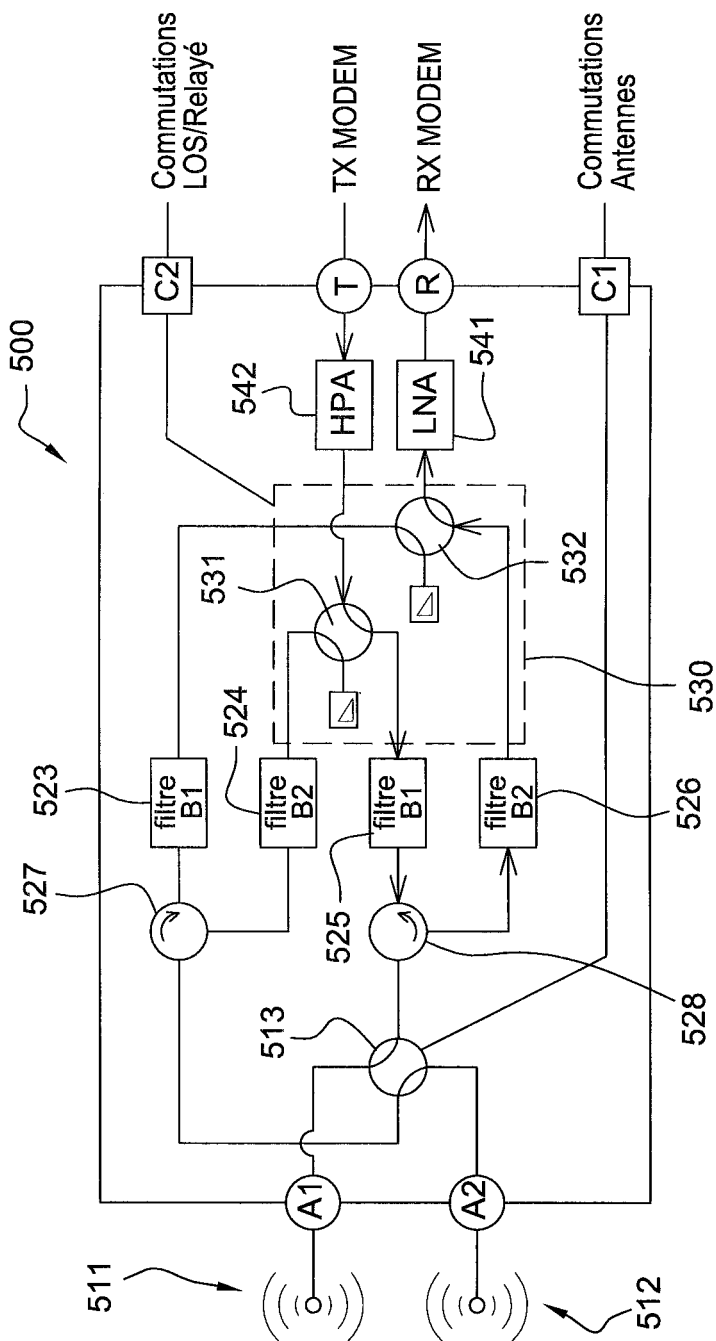


Fig. 5b

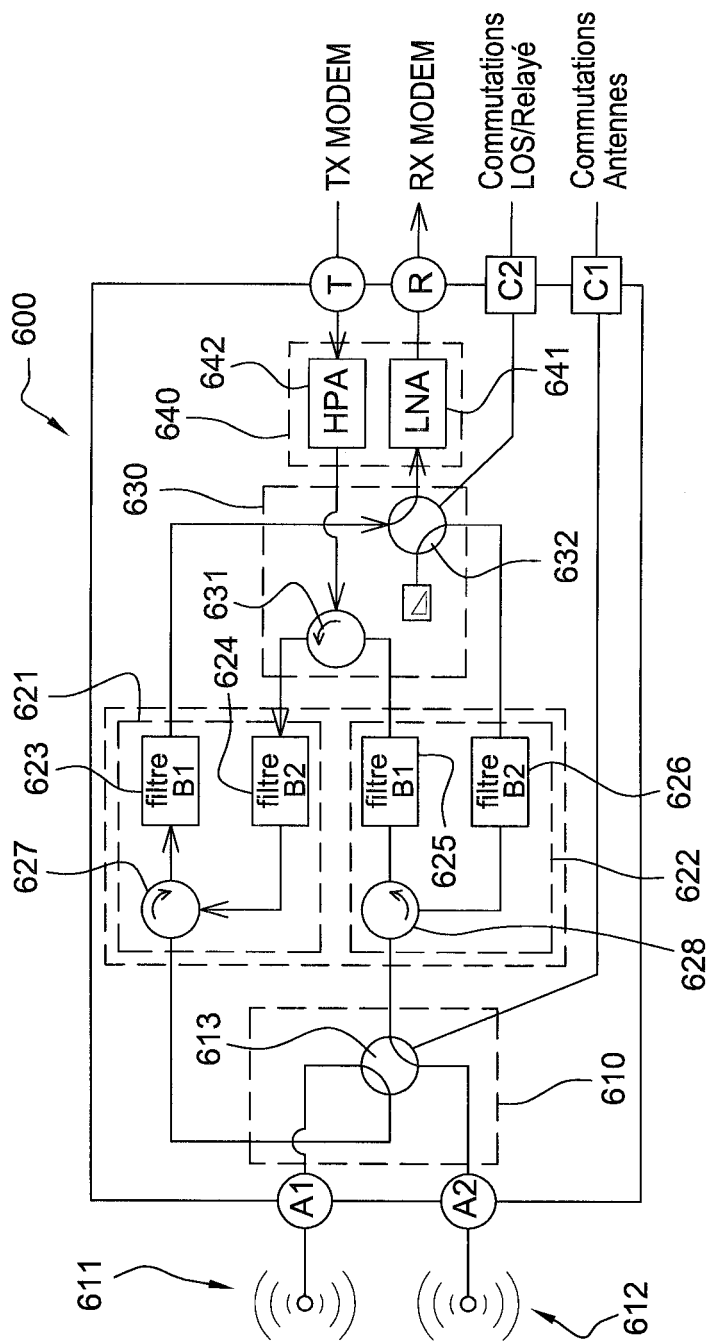


Fig. 6a

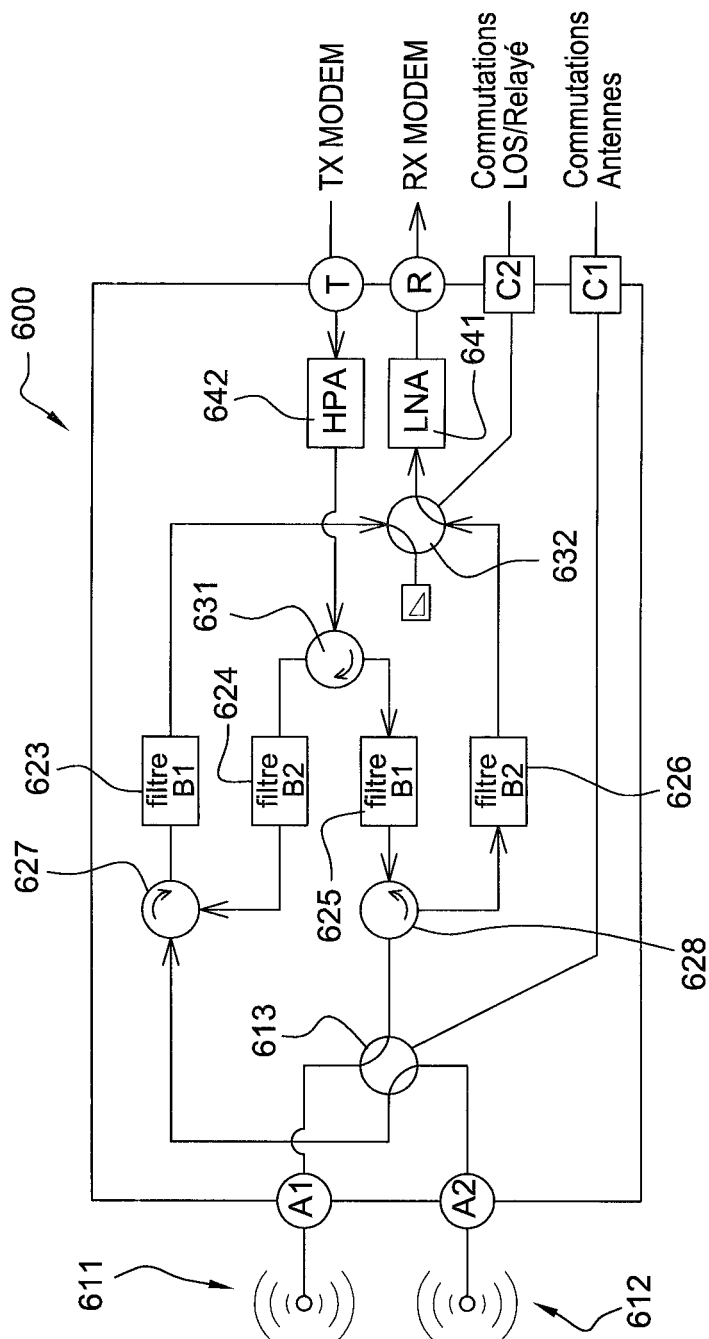


Fig. 6b

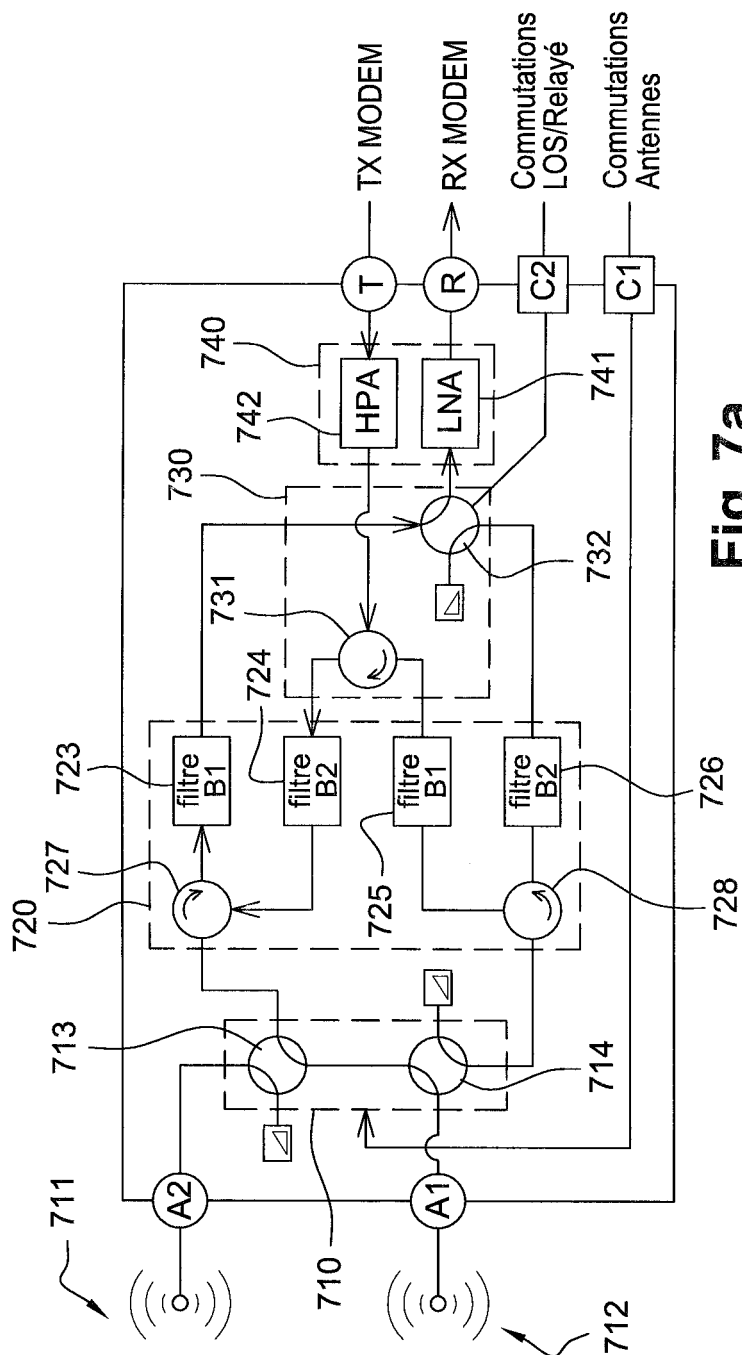
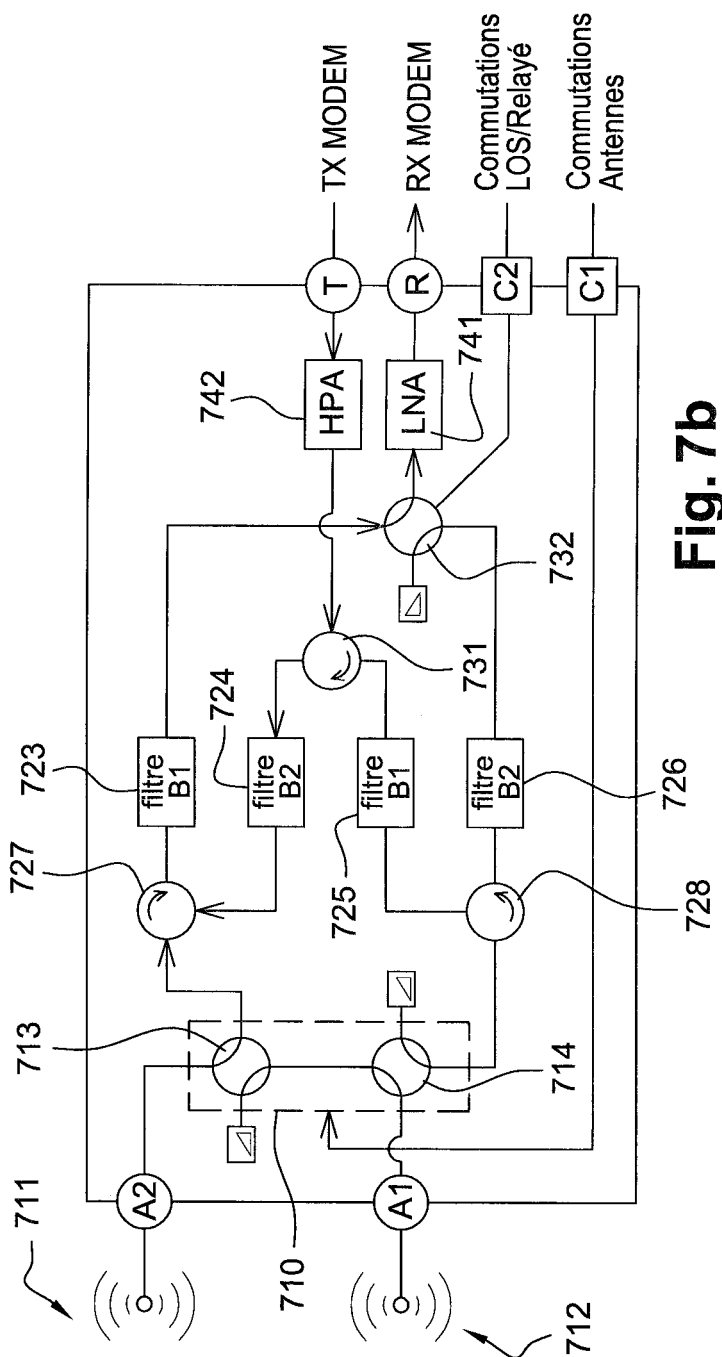


Fig. 7a



**Fig. 7b**

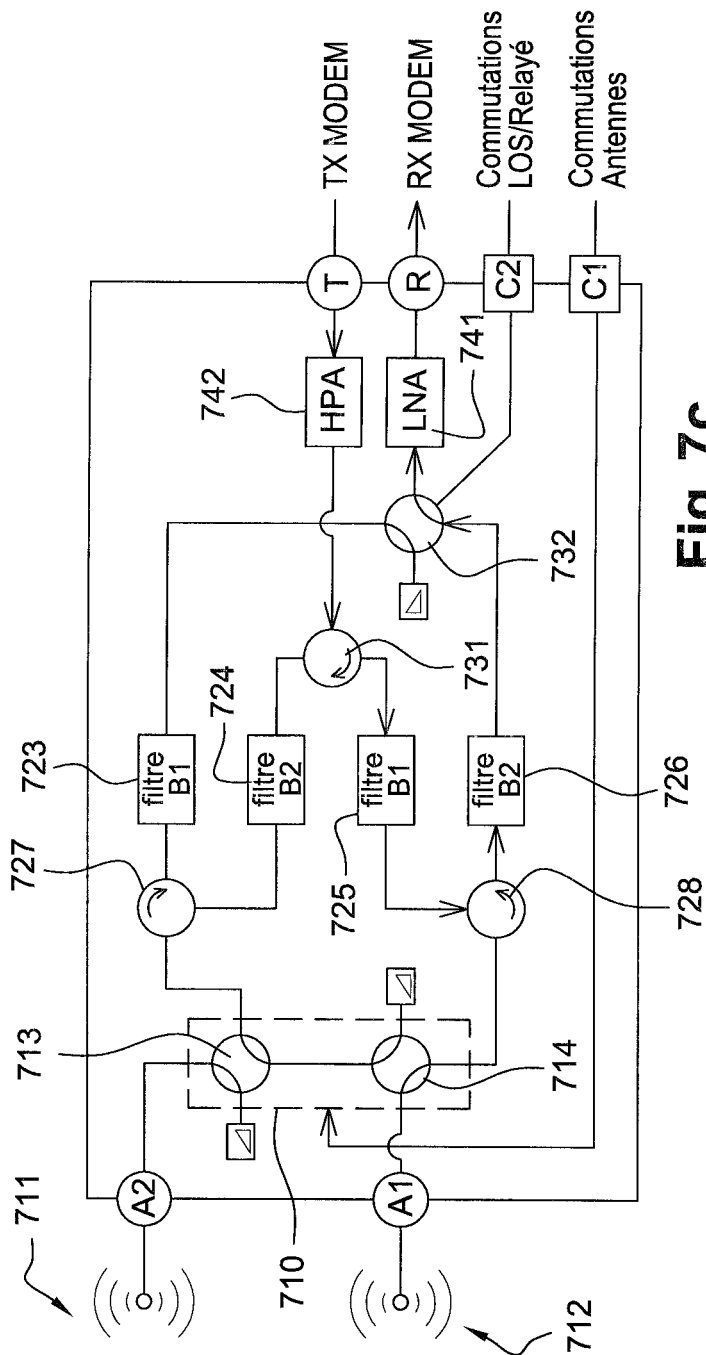


Fig. 7c

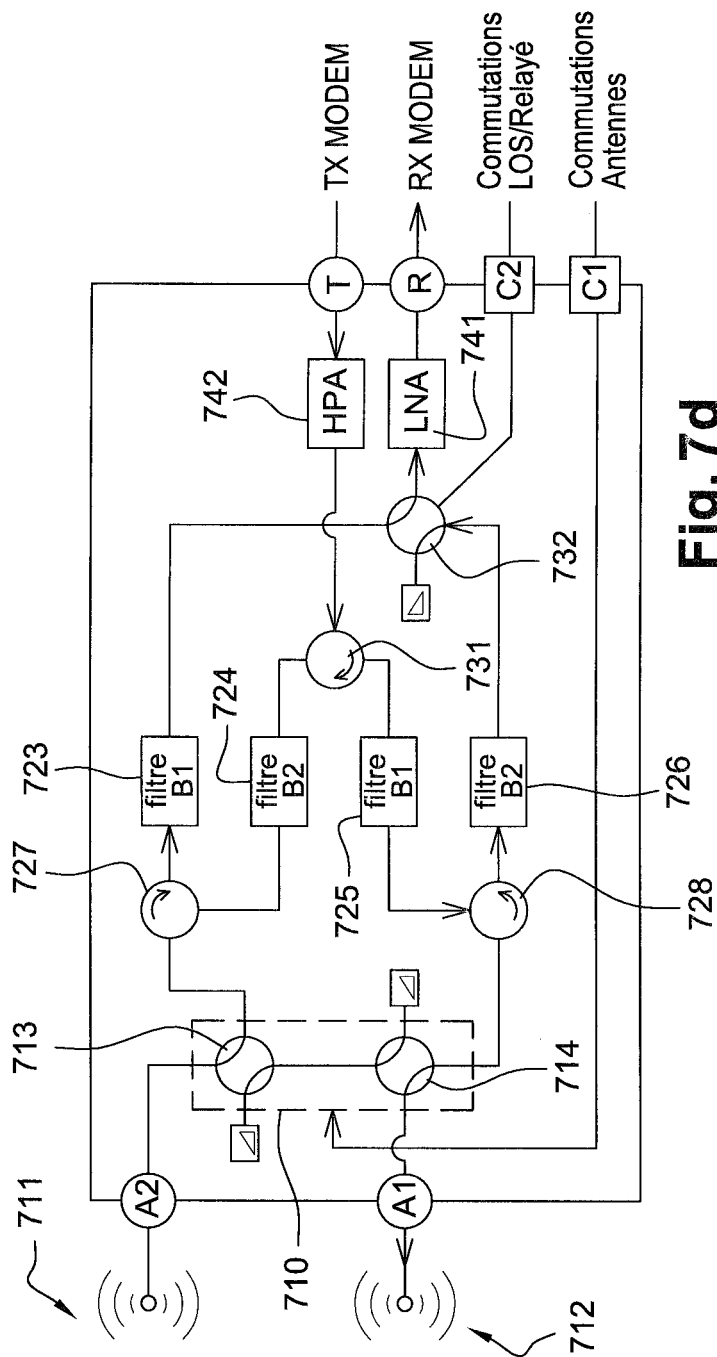
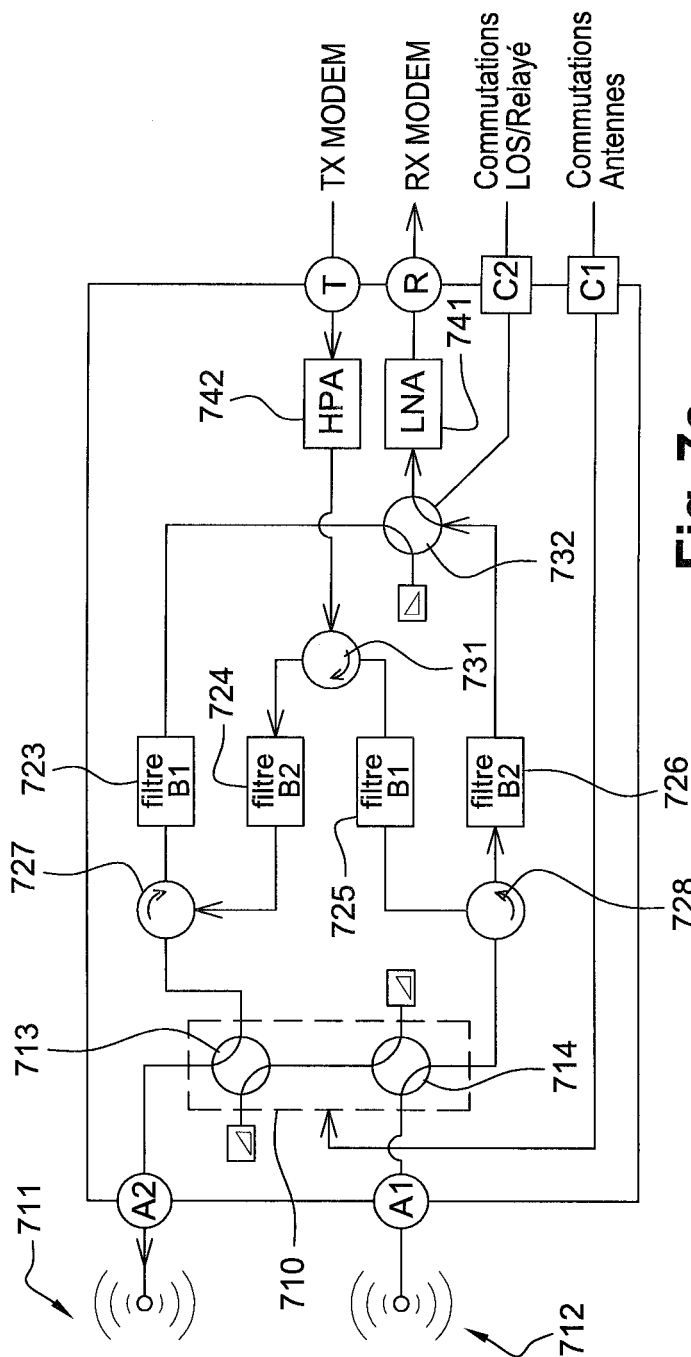
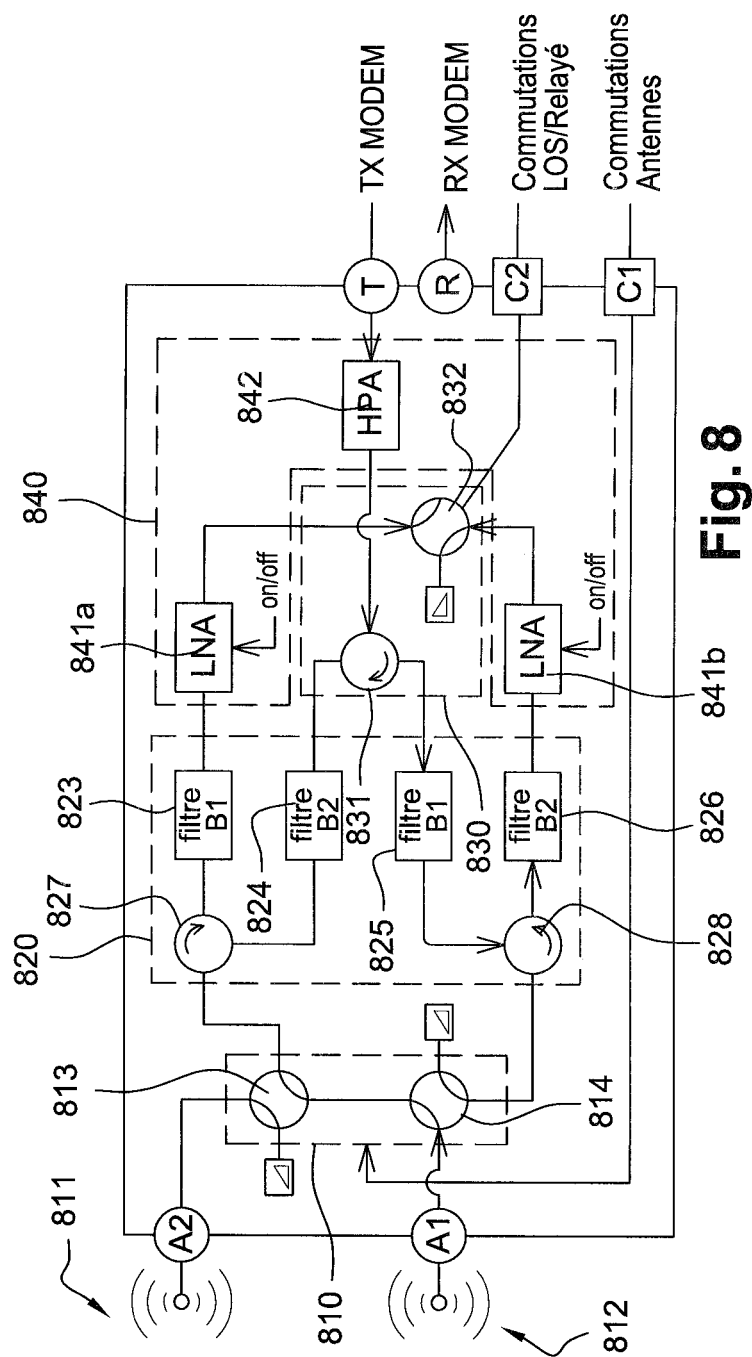


Fig. 7d



**Fig. 7e**



**Fig. 8**



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 763068  
FR 1103553

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	WO 2010/002100 A2 (LG ELECTRONICS INC [KR]; KIM BYOUNG HOON [KR]; JO JUN HO [KR]) 7 janvier 2010 (2010-01-07)	1-6	H04B1/50 H04B7/185
Y	* abrégé; figures 1,15 * -----	7-9	
X	US 6 690 657 B1 (LAU KAM Y [US] ET AL) 10 février 2004 (2004-02-10)	1-6	H04B H04W
Y	* colonne 8, ligne 28 - ligne 50; figure 15 * * colonne 6, ligne 25 - ligne 37 * -----	7-11	
X	DE 10 2004 039674 A1 (SIEMENS AG [DE]) 10 novembre 2005 (2005-11-10)	1-6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Y	* abrégé * -----	7-9	
Y	JP 1 071222 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 16 mars 1989 (1989-03-16)	7-11	H04B H04W
	* abrégé * -----		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 octobre 2012		Marques, Gabriela	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1103553 FA 763068**

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 **01-10-2012**

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
WO 2010002100 A2	07-01-2010	CN 102113406 A EP 2286635 A2 JP 2011525772 A KR 20100003173 A US 2010142417 A1 WO 2010002100 A2	29-06-2011 23-02-2011 22-09-2011 07-01-2010 10-06-2010 07-01-2010
US 6690657 B1	10-02-2004	AUCUN	
DE 102004039674 A1	10-11-2005	AUCUN	
JP 1071222 A	16-03-1989	AUCUN	