

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 02.06.98.

30) Priorité : 02.06.97 US 00865844.

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.12.98 Bulletin 98/52.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : MOTOROLA INC SOCIETE DE DROIT DE L'ETAT DU DELAWARE — US.

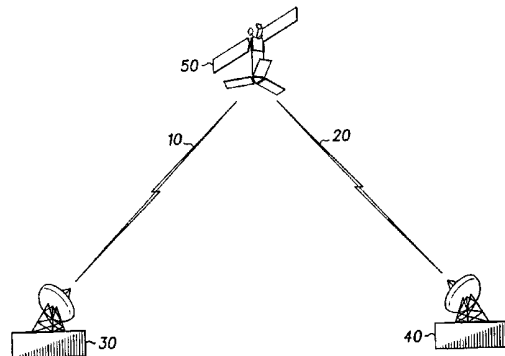
72) Inventeur(s) : IBANEZ MEIER RODRIGO, LEOPOLD RAYMOND JOSEPH et DANIEL BRIAN MICHAEL.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54) SYSTEME D'EMISSION ET DE RECEPTION DE SIGNAUX DU TYPE A ACCES MULTIPLE PAR DIFFERENCE DE CODE POLARISES.

57) Un système de télécommunications par satellites emploie une technique d'accès multiple par différence de code (CDMA). Des polarisations sont associées à chaque code d'étalement afin d'améliorer la séparation entre utilisateurs simultanés en l'absence de codes d'étalement parfaitement orthogonaux. L'émetteur d'un satellite (50) code par la technique CDMA et module par porteuse le signal d'un utilisateur ou d'un bloc d'utilisateurs, puis il affecte une polarisation à l'utilisateur ou au bloc d'utilisateur. Un signal de référence CDMA reçoit également une polarisation. Un récepteur au sol (30, 40) reçoit les signaux CDMA polarisés tels qu'ils ont été émis par le satellite (50). Le récepteur au sol connaît la polarisation du signal de référence, après quoi il calcule la polarisation du signal CDMA polarisé voulu. L'utilisation du signal de référence annule les effets de la rotation de Faraday provoquée par le passage du signal (10, 20) du satellite dans l'ionosphère.



La présente invention concerne de façon générale les télécommunications par satellites et, plus particulièrement, les télécommunications par satellites du type à accès multiple par différence de code (DCMA) avec polarisation.

Les satellites employés dans les systèmes de télécommunications par satellites doivent typiquement communiquer avec plusieurs utilisateurs en même temps. Des procédés typiques permettant le multiplexage entre de multiples utilisateurs sont constitués par les techniques TDMA (accès multiple temporel), FDMA (accès multiple fréquentiel), et CDMA.

L'accès multiple par différence de code, ou CDMA, autorise plusieurs utilisateurs via l'utilisation de techniques d'étalement de spectre qui affectent des codes d'étalement différents à des utilisateurs différents. Si tous les codes d'étalement sont parfaitement orthogonaux, alors, lorsque chaque utilisateur "désétale" son signal à l'aide de son code, il n'existe aucune interférence apportée par les signaux des autres utilisateurs. En pratique, on utilise des codes d'étalement pseudoaléatoires, qui ne sont pas parfaitement orthogonaux. En raison de la non-orthogonalité des codes d'étalement ordinairement utilisés, ou, sinon, d'une synchronisation imparfaite de codes orthogonaux, l'existence de plusieurs utilisateurs dans un système de télécommunication par satellites qui emploie la technique CDMA provoque nécessairement des interférences dans les communications de chaque autre utilisateur.

Comme le nombre d'utilisateurs communiquant au moyen d'un unique satellite augmente, les interférences augmentent et la qualité des communications diminue. La qualité des communications et la capacité du système, laquelle se mesure par le nombre d'utilisateur simultanés possibles, sont des mesures importantes des performances d'un système de télécommunications par satellites.

Par conséquent, le besoin est grand d'un système et d'un procédé permettant de réduire les interférences entre utilisateurs et, par conséquent, d'augmenter la capacité disponible du système et d'améliorer la qualité des communications.

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages ; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 montre un système de télécommunications par satellites ayant de nombreux utilisateurs, selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est un schéma montrant un émetteur de satellite, selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;

- la figure 3 est un schéma montrant un réseau de polarisation et un sous-système d'antenne destinés à un émetteur de satellite, selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;

5 - la figure 4 est un schéma montrant un récepteur de satellite, selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;

- la figure 5 est un schéma montrant un sous-système d'antenne et un réseau de polarisation destinés à un récepteur de satellite, selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;

10 - la figure 6 est un schéma montrant un récepteur placé au sol, selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;

- la figure 7 est un schéma montrant un émetteur placé au sol, selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;

15 - la figure 8 est un organigramme relatif à un procédé de fonctionnement d'un émetteur de satellite, selon un mode de réalisation préféré de l'invention ; et

- la figure 9 est un organigramme relatif à un procédé de fonctionnement d'un récepteur placé au sol, selon un mode de réalisation préféré de l'invention.

20 De façon générale, la présente invention aide à circonscrire le problème que pose la création, par l'existence de nombreux utilisateurs, d'interférences dans les communications de chaque autre utilisateur pour un système CDMA. Selon un premier mode de réalisation de l'invention, l'appareil comporte un émetteur servant à émettre des signaux CDMA polarisés. Un réseau de polarisation reçoit une pluralité de signaux CDMA et un sous-système

25 d'antenne couplé au réseau de polarisation émet les signaux CDMA polarisés. Selon un autre mode de réalisation de l'invention, l'appareil comporte un récepteur destiné à recevoir des signaux CDMA polarisés. Un sous-système d'antenne reçoit des signaux CDMA polarisés un réseau de polarisation couplé au sous-système d'antenne dépolarise les signaux CDMA polarisés.

30 Selon un autre mode de réalisation de l'invention, l'appareil comporte un récepteur destiné à recevoir un signal CDMA polarisé. Le récepteur comporte un sous-système d'antenne, un réseau de polarisation couplé au sous-système d'antenne, un moyen servant à "désétaler" le signal CDMA polarisé, un moyen servant à déterminer une polarisation absolue pour le signal CDMA polarisé, et un

35 moyen servant à modifier le réseau de polarisation sous commande de la polarisation absolue du signal CDMA polarisé.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, il est proposé un procédé de fonctionnement d'un émetteur servant à émettre des signaux CDMA polarisés. Le procédé comporte les opérations consistant à coder en technique CDMA un certain nombre de signaux afin de produire un certain nombre de signaux codés en technique CDMA, à affecter des valeurs de polarisation à chaque signal du nombre de signaux codés par technique CDMA, et à émettre les signaux codés par technique CDMA avec leurs polarisations respectives.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, il est proposé un procédé de fonctionnement pour un récepteur destiné à recevoir un signal CDMA polarisé. Le procédé comporte les opérations consistant à détecter un signal de référence tel qu'émis, à mesurer la polarisation du signal de référence, à déterminer la polarisation du signal CDMA polarisé, à modifier un réseau de polarisation afin d'augmenter la réception du signal CDMA polarisé, et à "désétaler" le signal CDMA polarisé.

La figure 1 représente un système de télécommunications par satellites ayant de multiples utilisateurs selon un mode de réalisation de l'invention. Le système de télécommunications par satellites comporte un satellite 50 qui communique avec des utilisateurs 30 et 40 situés au sol respectivement via des signaux 10 et 20. Le satellite 50 peut être sur une orbite appartenant à l'un de nombreux types différents, de préférence une orbite géosynchrone.

Les utilisateurs 30 et 40 représentent deux utilisateurs parmi un nombre d'utilisateurs potentiellement très important. Les utilisateurs du système de télécommunications par satellites selon l'invention peuvent être mobiles, transportables ou fixes. Ils sont de préférence suivant une orientation fixe pendant le fonctionnement. L'utilisateur 30 communique avec le satellite 50 via le signal 10, à savoir un signal CDMA qui a été étalé selon un code propre à l'utilisateur 30. De même, l'utilisateur 40 communique avec le satellite 50, via le signal 20, à savoir un signal CDMA étalé à l'aide d'un code propre à l'utilisateur 40. Comme précédemment discuté, les utilisateurs 30 et 40 emploient typiquement des codes d'étalement qui ne présentent pas une orthogonalité complète et qui, par conséquent, interfèrent entre eux.

Pour réduire les interférences, un mode de réalisation préféré de l'invention emploie des techniques de polarisation pour les signaux 10 et 20. Comme cela sera discuté de manière plus détaillée ci-après, les porteuses de signaux CDMA émis à destination des utilisateurs 30 et 40, ainsi que d'autres non

représentés, sont polarisées de façon que chaque utilisateur apporte à tous les autres des interférences réduites.

La polarisation linéaire des signaux dans l'espace libre est un procédé connu qui permet de multiples communications séparées à l'aide d'une unique  
5 porteuse. Par exemple, un premier signal peut être polarisé verticalement à l'aide d'une porteuse, et un deuxième signal peut être polarisé horizontalement à l'aide de la même porteuse. Aussi longtemps que les deux utilisateurs présentent une parfaite orthogonalité dans leurs polarisations, ils peuvent être séparés au niveau  
10 d'un récepteur. Toutefois, lorsque le nombre d'utilisateurs augmente au-delà de deux, une orthogonalité parfaite n'est plus possible. Chaque utilisateur, au-delà de deux, dans un système linéairement polarisé interférera avec d'autres utilisateurs, si la polarisation linéaire est la seule technique d'accès multiple employée. Le procédé et l'appareil selon l'invention combinent l'utilisation de la technique d'accès multiple CDMA et de porteuses polarisées afin d'augmenter la séparation  
15 entre utilisateurs en l'absence d'une orthogonalité parfaite des codes d'étalement. Cette séparation améliorée réduit les interférences apportées à chaque utilisateur par d'autres utilisateurs. La diminution des interférences entraîne une amélioration de la qualité des communications et permet au système de télécommunications par satellites d'accroître sa capacité, telle qu'elle est mesurée par le nombre  
20 d'utilisateurs simultanés.

Naturellement, l'utilisation de signaux porteurs CDMA polarisés n'est pas limitée aux systèmes de télécommunications par satellites, mais peut être largement appliquée à toute une variété de systèmes de télécommunications possibles. Le procédé et l'appareil selon l'invention ne sont donc pas limités aux  
25 télécommunications par satellites. Une des nombreuses autres utilisations possibles se trouve dans le domaine des réseaux CDMA terrestres, et, en particulier, des réseaux qui effectuent leurs communications en visibilité directe (LOS) non obstruée entre émetteurs et récepteurs. Les réseaux CDMA terrestres peuvent bénéficier dans une importante mesure de la qualité améliorée des  
30 télécommunications et augmenter la capacité des systèmes, comme proposé selon l'invention.

#### Emetteur du satellite

La figure 2 est un schéma montrant un émetteur de satellite selon un  
35 mode de réalisation préféré de l'invention. La figure 2 montre plusieurs trains de données d'émission désignés par  $TD_1$  à  $TD_N$ , où N peut être un nombre

quelconque. Les trains de données d'émission sont chacun codés à l'aide d'un code pseudo-aléatoire séparé dans des blocs de codage CDMA 210. Après le codage CDMA, les signaux sont soumis à une transposition (par élévation de fréquence) dans des blocs de conversion de fréquence 220, ce qui donne des signaux d'émission représentés sur la figure 2 par les références  $TS_1$  à  $TS_N$ . Les signaux d'émission sont ensuite appliqués à l'ensemble 300 formant un réseau de polarisation et un sous-système d'antenne. Comme discuté ci-après de manière plus détaillée, l'ensemble réseau de polarisation et sous-système d'antenne 300 émet les signaux d'émission avec des polarisations différentes.

10 Chaque train de données d'émission représente les données venant d'un unique utilisateur, ou bien, selon une autre possibilité, les données venant de plusieurs utilisateurs. Dans le cas d'un seul utilisateur, le bloc de codage CDMA emploie un unique code d'étalement afin d'étaler les données d'émission venant de l'unique utilisateur. Dans le cas où le train de données d'émission représente les  
15 données venant de plusieurs utilisateurs, le bloc de codage CDMA 210 étale chacun des trains de données à l'aide d'un code d'étalement distinct. Chaque bloc de conversion de fréquence 220 possède alors, comme signal d'entrée, les trains de données codés CDMA d'un à plusieurs utilisateurs. Le signal de sortie du bloc de conversion de fréquence 220 peut se trouver à l'une de nombreuses fréquences  
20 possibles, y compris une fréquence IF (fréquence intermédiaire), mais il se trouve de préférence à la fréquence d'émission. Chaque signal désigné par TS représente alors d'un à plusieurs trains de données codés CDMA transposés à une fréquence de porteuse. En combinant plusieurs utilisateurs dans un unique bloc de conversion de fréquence et en polarisant différemment chaque signal d'émission  
25 TS, plusieurs utilisateurs peuvent se voir attribuer la même valeur de polarisation.

L'ensemble réseau de polarisation et sous-système d'antenne 300 reçoit chaque signal d'émission, polarise chacun d'eux à l'aide d'une polarisation différente, combine les formes d'onde polarisées et émet le signal CDMA composite résultante. Puisque chaque signal d'émission a reçu une valeur de  
30 polarisation différente, chaque utilisateur ou bloc d'utilisateurs recevant le signal CDMA composite résultant peut tirer avantage de l'émission polarisée pour augmenter la qualité du signal reçu. Le fait d'augmenter la qualité du signal apporte de nombreux avantages, comme précédemment discuté.

L'ensemble réseau de polarisation et sous-système d'antenne 300 est  
35 réalisable selon un certain nombre de topologies possibles, mais un mode de réalisation préféré va en être discuté ci-après en liaison avec la figure 3.

La figure 3 est un diagramme montrant un ensemble réseau de polarisation et sous-système d'antenne d'un émetteur de satellite selon un mode de réalisation préféré de l'invention. L'ensemble 300 réseau de polarisation et sous-système d'antenne comporte des dispositifs 305 de séparation de signaux, des déphaseurs 310, des dispositifs 320 et 330 d'addition de signaux, des amplificateurs 340 et 350, et des éléments d'antenne 360 et 370.

L'ensemble 300 réseau de polarisation et sous-système d'antenne reçoit des signaux CDMA comme signaux d'entrée. Les signaux CDMA sont les signaux d'émission  $TS_1$  à  $TS_N$ . Les signaux CDMA sont chacun séparés, dans les dispositifs de séparation de signaux 305, en deux composantes séparées, mais identiques. Le dispositif d'addition de signaux 330 additionne les composants en phase de chaque signal CDMA et fournit la forme d'onde résultante à l'amplificateur 350. L'amplificateur 350 excite l'élément d'antenne 370 de façon que la forme d'onde d'émission résultante comporte les composants en phase de chaque signal CDMA.

Des copies des signaux CDMA, telles que délivrées par les dispositifs de séparation de signaux 305, sont également chacune fournies à un déphaseur 310. Les déphaseurs 310 présentent un déphasage fixe, ou bien un déphasage programmable. Dans le mode de réalisation préféré tel que présenté, les déphaseurs présentent des déphasages variables désignés par  $\Phi_1$  à  $\Phi_N$ . Les signaux CDMA déphasés tels que délivrés par les déphaseurs 310 sont additionnés dans le dispositif 320 d'addition de signaux, qui produit la somme des signaux CDMA déphasés, qui sont ensuite appliqués à l'entrée de l'amplificateur 340. L'amplificateur 340 excite l'élément d'antenne 360, ce qui amène l'émission d'une forme d'onde contenant les signaux CDMA déphasés.

Les éléments d'antenne 360 et 370 sont matériellement orientés de façon à avoir des polarisations différentes. Toute orientation amenant les éléments d'antenne 360 à 370 à avoir une composante orthogonale est envisagée, mais, de préférence, les éléments d'antenne 360 et 370 sont parfaitement orthogonaux. Dans le mode de réalisation préféré, l'élément d'antenne 360 est polarisé verticalement et l'élément d'antenne 370 est polarisé horizontalement, bien qu'ils puissent être polarisés différemment.

Les amplificateurs 340 et 350 sont représentés comme excitant les éléments d'antenne 360 et 370, car, ordinairement, c'est là le point où des amplificateurs se trouvent dans de tels systèmes. Toutefois, l'homme de l'art comprendra

aisément que les amplificateurs peuvent être placés dans tout le système d'émetteur.

En fonctionnement, on choisit les valeurs de phase  $\Phi_1$  à  $\Phi_N$  de façon à rendre maximale la séparation entre les utilisateurs. Si, par exemple, il n'existe que deux utilisateurs, un premier utilisateur pourrait se voir affecter le signal d'émission  $TS_1$ , et  $\Phi_1$  pourrait être  $0^\circ$ . Le deuxième utilisateur pourrait se voir affecter le signal d'émission  $TS_2$  et la valeur de phase  $\Phi_2$  pourrait être de  $90^\circ$ . Avec deux utilisateurs seulement, des polarisations séparées de  $90^\circ$  rendent maximale la séparation entre utilisateurs. De manière analogue, si trois utilisateurs sont présents dans le système, chacun pourrait se voir affecter un signal d'émission séparé et les valeurs de phase correspondantes pourraient être séparées de  $45^\circ$ , de manière à améliorer la séparation entre les trois utilisateurs. Lorsque le nombre d'utilisateurs augmente, ceux-ci se voient affecter l'émission de signaux différents et les valeurs de phase sont ajustées pour tenter de rendre maximales les différences de polarisation entre les utilisateurs existants.

Ce système, qui tend à rendre maximale la différence de polarisation entre les utilisateurs, constitue un procédé très robuste pour augmenter la qualité de communication pour chaque utilisateur et, par conséquent, pour augmenter la capacité du système.

Dans le mode de réalisation préféré, un signal de référence qui est facilement détecté par tous les utilisateurs du système est affecté à l'un des signaux d'émission, et la valeur de phase utilisée dans le déphaseur 310 correspondant devient une valeur de phase de référence. La valeur de phase de référence peut prendre n'importe quelle valeur, mais elle est de préférence nulle.

Puisque toutes les formes d'onde CDMA polarisées qui sont émises par les éléments d'antenne 360 et 370 vont du satellite à la Terre en passant par l'ionosphère, elles subissent toutes la même rotation de Faraday, ou, pour dire cela de manière plus simple, la même variation de polarisation. L'inclusion d'une forme d'onde de référence permet que tous les autres signaux CDMA aient des valeurs de polarisation qui soient mesurées par rapport à la valeur de polarisation du signal de référence. Une polarisation définie relativement à une polarisation de référence permet au système de fonctionner indépendamment de la rotation de Faraday provoquée par l'ionosphère.

Les appareils et les procédés selon l'invention peuvent être avantageusement utilisés dans toute une variété de bandes de fréquence, mais, puisque les



effets de la rotation de Faraday deviennent moins prononcés pour les fréquences supérieures, l'invention fonctionne de préférence dans la bande Ka, ou au-delà.

### Récepteur du satellite

5 La figure 4 est un schéma montrant un récepteur de satellite selon un mode de réalisation préféré de l'invention. Le récepteur de satellite comporte un ensemble sous-système d'antenne et réseau de polarisation 500, des blocs 420 de conversion de fréquence, et des blocs 410 de décodage CDMA. Le récepteur de satellite tel que représenté sur la figure 4 apparaît très semblable à l'émetteur de satellite de la figure 2, la principale différence étant constituée par le sens de circulation des signaux.

L'ensemble sous-système d'antenne et réseau de polarisation 500, qui sera discuté de manière plus détaillée ci-après, reçoit des signaux polarisés, retire l'effet de la polarisation, ou dépolarise les signaux CDMA, et produit des signaux reçus désignés par  $RS_1$  à  $RS_N$  sur la figure 4. Chaque signal reçu est appliqué à l'entrée d'un bloc 420 de conversion de fréquence qui applique un changement de fréquence (par abaissement de celle-ci) au signal. Le signal abaissé en fréquence est ensuite appliqué en entrée au bloc de décodage CDMA 410.

15 Le bloc de décodage CDMA 410 "désétale" les signaux codés CDMA et produit des trains de données reçus  $RD_1$  à  $RD_N$ . Chaque train de données reçu représente les trains de données d'un à plusieurs utilisateurs. Dans le cas de trains de données de plusieurs utilisateurs, le bloc de décodage CDMA 410 "désétale" les différents trains codés CDMA en utilisant différents codes pseudo-aléatoires.

L'ensemble sous-système d'antenne et réseau de polarisation 500 pourrait être constitué de n'importe quel sous-système d'antenne et n'importe quel réseau de polarisation pouvant recevoir des signaux ayant des polarisations multiples et retirer les effets de la polarisation dans chaque signal. Un mode de réalisation préféré de l'ensemble 500 sous-système d'antenne et réseau de polarisation est présenté ci-après.

25 La figure 5 est un schéma représentant un ensemble sous-système d'antenne et réseau de polarisation d'un récepteur de satellite selon le mode de réalisation préféré de l'invention. L'ensemble sous-système d'antenne et réseau de polarisation 500 comporte des éléments d'antenne 560 et 570, des amplificateurs 540 et 550, des dispositifs 520 et 530 de séparation de signaux, des déphaseurs 510, et des dispositifs 505 d'addition de signaux. Comme pour les éléments d'antenne d'émission représentés sur la figure 3, les éléments d'antenne 560 et 570

du récepteur de satellite ont des composantes orthogonales. L'élément d'antenne 560 est de préférence une antenne verticalement polarisée et l'élément d'antenne 570 est de préférence une antenne horizontalement polarisée, bien qu'elles puissent être polarisées différemment. Les amplificateurs 540 et 550 sont représentés sous la forme d'amplificateurs à faible bruit présents aux points d'alimentation des antennes, mais l'homme de l'art comprendra que les amplificateurs peuvent être présents dans tout le système récepteur.

Le signal qui est délivré par l'amplificateur 540 et qui est présent dans le dispositif 520 de séparation de signaux représente la composante polarisée des signaux CDMA qui ont été reçus par l'élément d'antenne 560. Par exemple, dans le mode de réalisation préféré où l'élément d'antenne 560 est polarisé verticalement, les signaux présents dans le dispositif 520 de séparation de signaux représentent la composante verticalement polarisée de chacun des signaux CDMA polarisés qui ont été reçus par l'élément d'antenne 560. De même, les signaux présents dans le dispositif 530 de séparation de signaux représentent les composantes polarisées des signaux CDMA qui ont été reçus par l'élément d'antenne 570. Dans le mode de réalisation préféré, où l'élément d'antenne 570 est polarisé horizontalement, les signaux présents dans le dispositif 530 de séparation de signaux sont les composantes polarisées horizontalement des signaux CDMA polarisés qui ont été reçus par l'élément d'antenne 570.

Le dispositif de séparation de signaux 520 délivre N copies des signaux CDMA formant des composantes polarisées. Chacun de ces signaux est ensuite envoyé dans un déphaseur 510, ce qui amène la production de N signaux CDMA formant des composantes polarisées déphasés. Chaque déphaseur 510 peut avoir un déphasage fixe, mais, de préférence, il possède un déphasage programmable indiqué par l'une des références  $\Phi_1$  à  $\Phi_N$ .

Le dispositif 530 de séparation de signaux produit N copies des signaux CDMA formant des composantes polarisées qui ont été reçus par l'élément d'antenne 570. Chacun de ces signaux est ensuite combiné dans les dispositifs 505 d'addition de signaux avec les signaux CDMA formant des composantes polarisées déphasés qui ont été délivrés par les déphaseurs 510. Les signaux de sortie des dispositifs 505 d'addition de signaux sont les signaux CDMA reçus dépolarisés, lesquels sont représentés par les référence  $RS_1$  à  $RS_N$ .

En raison de la polarisation de signaux reçus par les éléments d'antenne, les signaux CDMA reçus  $RS_1$  à  $RS_N$  interfèrent les uns avec les autres nettement moins que dans un système CDMA non polarisé. Comme

précédemment discuté en liaison avec l'émetteur de satellite, cette diminution des interférences apporte un certain nombre d'avantages, qui comprennent une capacité accrue et une qualité améliorée des communications.

## 5 Récepteur au sol

La figure 6 est un schéma montrant un récepteur au sol selon un mode de réalisation préféré de l'invention. Le récepteur au sol comporte un sous-système d'antenne 610, un bloc de conversion de fréquence 670, un bloc de décodage CDMA 680, et un processeur 690. Le sous-système d'antenne 610 comporte  
10 lui-même des éléments d'antenne 620 et 630, un déphaseur 640, un dispositif 650 d'addition de signaux et un amplificateur 660.

Le récepteur au sol fonctionne très sensiblement comme le récepteur du satellite, sauf que, de façon générale, un plus petit nombre de signaux CDMA polarisés y est reçu. Le sous-système d'antenne 610 reçoit les signaux CDMA  
15 polarisés tels qu'ils ont été émis par le satellite, lesquels signaux sont ensuite appliqués à l'entrée du bloc de conversion de fréquence 670. Le bloc de conversion de fréquence 670 change la fréquence (en l'abaissant) du signal et le bloc de décodage CDMA 680 "désétale" le signal afin de produire un train de données. Comme dans le cas du récepteur du satellite, le train de données délivré  
20 par le bloc de décodage 680 représente des données venant d'un ou plusieurs utilisateurs. Dans le cas de plusieurs utilisateurs, le bloc de décodage CDMA 680 "désétale" les données de chaque utilisateur à l'aide d'un code pseudo-aléatoire différent.

Le sous-système d'antenne 610 peut être n'importe quel sous-système  
25 d'antenne pouvant recevoir un signal polarisé. Comme représenté sur la figure 6, le mode de réalisation préféré du sous-système d'antenne 610 comporte deux éléments d'antenne 620 et 630, un déphaseur 640, un dispositif d'addition de signaux 650, et un amplificateur 660. Les éléments d'antenne 620 et 630 ont des composantes orthogonales et, dans le mode de réalisation préféré qui est ici  
30 préféré, l'élément d'antenne 620 est polarisé verticalement, et l'élément d'antenne 630 est polarisé horizontalement, bien qu'ils pourraient être polarisés de façon différente. L'élément d'antenne 620 reçoit les signaux CDMA polarisés tels qu'ils sont émis par le satellite, et il les fournit au déphaseur 640. Le déphaseur 640 peut être commandé par le processeur 690, de sorte que le récepteur au sol est en  
35 mesure de recevoir des signaux ayant toute polarisation possible. Le signal de sortie du déphaseur 640 est additionné, dans le dispositif d'addition de signaux

650, avec le signal CDMA formant une composant polarisée, tel qu'il a été reçu par l'élément d'antenne 630. La somme obtenue est ensuite amplifiée par l'amplificateur 60, puis est transmise au bloc de conversion de fréquence 670.

La présence du processeur 690 permet la commande du déphaseur 640 et, ainsi, d'améliorer la réception du signal CDMA polarisé voulu. Puisque les signaux CDMA polarisés ont subi la rotation de "Faraday" lorsqu'ils ont traversé l'ionosphère, le récepteur au sol peut devoir d'abord acquérir le signal de référence, puis modifier le déphaseur de façon à acquérir le signal CDMA polarisé voulu. Une fois que le signal CDMA polarisé voulu a été acquis, le processus 640 peut périodiquement effectuer des mesures de qualité, telles que fournies par le bloc de codage CDMA 640 et ajuster de façon incrémentielle le déphaseur 640 afin de compenser toute variation de polarisation. L'homme de l'art comprendra que le processeur 690 effectue une fonction de commande qui peut être mise en oeuvre de toute sorte de façon, y compris à l'aide d'un matériel numérique spécialisé, ou à l'aide d'une boucle de commande numérique et analogique combinée.

#### Emetteur au sol

La figure 7 est un schéma montrant un émetteur au sol selon un mode de réalisation préféré de l'invention. L'émetteur au sol comporte un sous-système d'antenne 710, un bloc de conversion de fréquence 770, un bloc de décodage CDMA 780, et un processeur 790. Le sous-système d'antenne 710 comporte, quant à lui, des éléments d'antenne 720 et 730, un déphaseur 740, un dispositif 750 de séparation de signaux, et un amplificateur 760.

L'émetteur au sol fonctionne très sensiblement comme l'émetteur du satellite, sauf que, de façon générale, un plus petit nombre de signaux CDMA polarisés y est émis. Le bloc de décodage CDMA 780 code un train de données qui est ensuite appliqué à l'entrée du bloc de conversion de fréquence 770. Comme dans le cas de l'émetteur du satellite, le train de données appliqué à l'entrée du bloc de codage CDMA 780 représente des données venant d'un ou plusieurs utilisateurs. Dans le cas de plusieurs utilisateurs, le bloc de codage CDMA 780 étale les données de chaque utilisateur à l'aide d'un code pseudo-aléatoire différent.

Le sous-système d'antenne 710 peut être n'importe quel sous-système d'antenne pouvant émettre un signal polarisé. Comme représenté sur la figure 7, le mode de réalisation préféré du sous-système d'antenne 710 comporte deux

éléments d'antenne 720 et 730, un déphaseur 740, un dispositif de séparation de signaux 750, et un amplificateur 760. Les éléments d'antenne 720 et 730 possèdent des composantes orthogonales et, dans le mode de réalisation préféré qui est ici présenté, l'élément d'antenne 720 est polarisé verticalement et l'élément d'antenne  
5 730 est polarisé horizontalement, bien qu'ils puissent être polarisés de façon différente.

La présence du processeur 790 permet la commande du déphaseur 740 et, ainsi, d'introduire la polarisation voulue pour le signal CDMA émis. L'homme de l'art admettra que le processeur 790 réalise une fonction de commande qui peut  
10 être mis en oeuvre de toutes sortes de façon, y compris à l'aide d'un matériel numérique spécialisé, ou bien à l'aide d'une boucle de commande analogique et numérique combinée.

#### Fonctionnement du système

15 La figure 8 est un organigramme qui présente un procédé de fonctionnement pour un émetteur de satellite selon un mode de réalisation préféré de l'invention. A l'étape 810, un signal de référence est codé par la technique CDMA. Le signal de référence est soumis à un code d'étalement unique, qui est connu de tous les utilisateurs, de sorte qu'il peut facilement être détecté par les récepteurs.  
20 Après que le signal de référence a été codé à l'étape 810, des signaux de données sont codés par la technique CDMA à l'étape 820. Chaque signal de données reçoit un code d'étalement unique au moyen de techniques CDMA bien connues. A l'étape 830, une valeur de polarisation est affectée au signal de référence codé par la technique CDMA. Toute valeur de polarisation est possible, mais, dans le mode  
25 de réalisation préféré, on utilise une valeur nulle. Après que le signal de référence s'est vu affecter une valeur de polarisation à l'étape 830, chacun des signaux de données codés par la technique CDMA se voit affecter une valeur de polarisation à l'étape 840. Les valeurs de polarisation affectées aux signaux de données codés CDMA sont séparées de façon que la distance de polarisation entre signaux  
30 adjacents soit rendue maximale. Une fois l'étape 840 achevée, le signal de référence et les signaux de données codés par la technique CDMA se voient affecter des valeurs de polarisation. Enfin, à l'étape 850, le signal de référence et les signaux de données codés CDMA sont émis avec des polarisations qui leur ont été affectées aux étapes 830 et 840.

35 La figure 9 est un organigramme qui présente un procédé de fonctionnement pour un récepteur au sol selon un mode de réalisation préféré de

l'invention. A l'étape 910, le récepteur au sol détecte le signal de référence tel qu'il a été transmis par le satellite. Le signal de référence est facilement détecté, car il lui a été attribué un code d'étalement unique et bien connu. Une fois le signal de référence détecté, la polarisation du signal de référence est mesurée à l'étape 920.

5 Dès que la polarisation du signal de référence est connue, la polarisation du signal CDMA voulu peut être trouvée, comme indiqué à l'étape 930. On obtient la polarisation du signal CDMA voulu en additionnant la polarisation du signal de référence au décalage de polarisation connu correspondant au code d'étalement d'un signal CDMA voulu. A l'étape 940, on modifie le réseau de polarisation afin

10 d'augmenter la réception du signal CDMA voulu, et, à l'étape 950, on "désétale" le signal CDMA voulu.

A l'étape 960, on mesure la qualité du signal reçu. La mesure de la qualité du signal peut s'effectuer selon l'une de nombreuses techniques différentes bien connues, mais, de préférence, il s'agit d'une mesure de puissance dans le

15 domaine des codes. Une décision est prise à l'étape 970, où, si la communication se poursuit, le procédé boucle sur l'étape 940, dans laquelle le réseau de polarisation peut être modifié pour améliorer la réception du signal voulu. Cette mise à jour du réseau de polarisation peut se produire périodiquement afin de compenser de façon continue les modifications liées à la rotation de Faraday que

20 provoque l'ionosphère.

Les procédés des figures 8 et 9 décrivent le fonctionnement du système dans un contexte général, et les opérations indiquées n'ont pas nécessairement lieu dans l'ordre indiqué. Par exemple, sur la figure 8, l'étape 820 peut avoir lieu avant l'étape 810, et, sur la figure 9, l'étape 970 peut avoir lieu

25 avant l'étape 960.

En résumé, un système permettant d'employer la polarisation en combinaison avec les techniques CDMA assure une séparation entre utilisateurs et réduit les interférences entre utilisateurs. La diminution des interférences augmente la qualité des communications et accroît la capacité du système, ces

30 deux qualités étant très souhaitables.

La description précédente des modes de réalisation particuliers révélera pleinement la nature générale de l'invention, que d'autres, en appliquant les connaissances connues, peuvent facilement modifier et, ou bien, adapter en fonction de diverses applications, les modes de réalisation particuliers ainsi

35 obtenus ne sortant pas du concept générique, si bien que ces adaptations et

modifications doivent être et sont destinées à être comprises dans les limites d'équivalents des modes de réalisation décrits.

5 Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir des dispositifs et des procédés dont la description vient d'être donnée à titre purement illustratif et nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention

REVENDICATIONS

1. Emetteur destiné à émettre une pluralité de signaux, caractérisé par :  
un réseau de polarisation (300) qui reçoit une pluralité de signaux  
5 CDMA ; et  
un sous-système d'antenne (300) couplé audit réseau de polarisation, et  
servant à émettre une pluralité de signaux CDMA polarisés.
2. Emetteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit réseau  
de polarisation comprend une pluralité de déphaseurs (310) servant à produire une  
10 pluralité de signaux CDMA déphasés.
3. Emetteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit réseau  
de polarisation comprend en outre :  
un premier dispositif (320) d'addition de signaux, servant à  
additionner ladite pluralité de signaux CDMA et à produire une somme de signaux  
15 CDMA ; et  
un deuxième dispositif (330) d'addition de signaux servant à  
additionner ladite pluralité de signaux CDMA déphasés et à produire une somme  
de signaux CDMA déphasés.
4. Emetteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit sous-  
20 système d'antenne comprend :  
un premier élément d'antenne (360) qui possède une première  
polarisation, où ledit premier élément d'antenne émet ladite somme de signaux  
CDMA ; et  
un deuxième élément d'antenne (370) qui présente une deuxième  
25 polarisation, où ledit deuxième élément d'antenne émet ladite somme de signaux  
CDMA déphasés.
5. Emetteur selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'au moins un  
déphaseur de ladite pluralité de déphaseurs (310) possède une valeur de déphasage  
programmable.
6. Emetteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit sous-  
30 système d'antenne comprend une pluralité d'éléments d'antenne (360, 370) et en ce  
qu'au moins un élément de ladite pluralité d'éléments d'antenne possède une  
polarisation différente de celle d'au moins un autre élément de ladite pluralité  
d'éléments d'antenne.
7. Récepteur destiné à recevoir une pluralité de signaux, caractérisé  
35 par :



un sous-système d'antenne (500) servant à recevoir une pluralité de signaux CDMA polarisés ; et

un réseau de polarisation (500) couplé audit sous-système d'antenne, et servant à dépolariser ladite pluralité de signaux CDMA polarisés.

5 8. Récepteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit sous-système d'antenne comprend :

un premier élément d'antenne (560) qui présente une première polarisation, où ledit premier élément d'antenne reçoit ladite pluralité de signaux CDMA polarisés et produit une somme de premiers signaux CDMA formant des  
10 composantes polarisées ; et

un deuxième élément d'antenne (570) qui présente une deuxième polarisation, où ledit deuxième élément d'antenne reçoit ladite pluralité de signaux CDMA polarisés et produit une somme de deuxièmes signaux CDMA formant des composantes polarisées.

15 9. Récepteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit réseau de polarisation comprend :

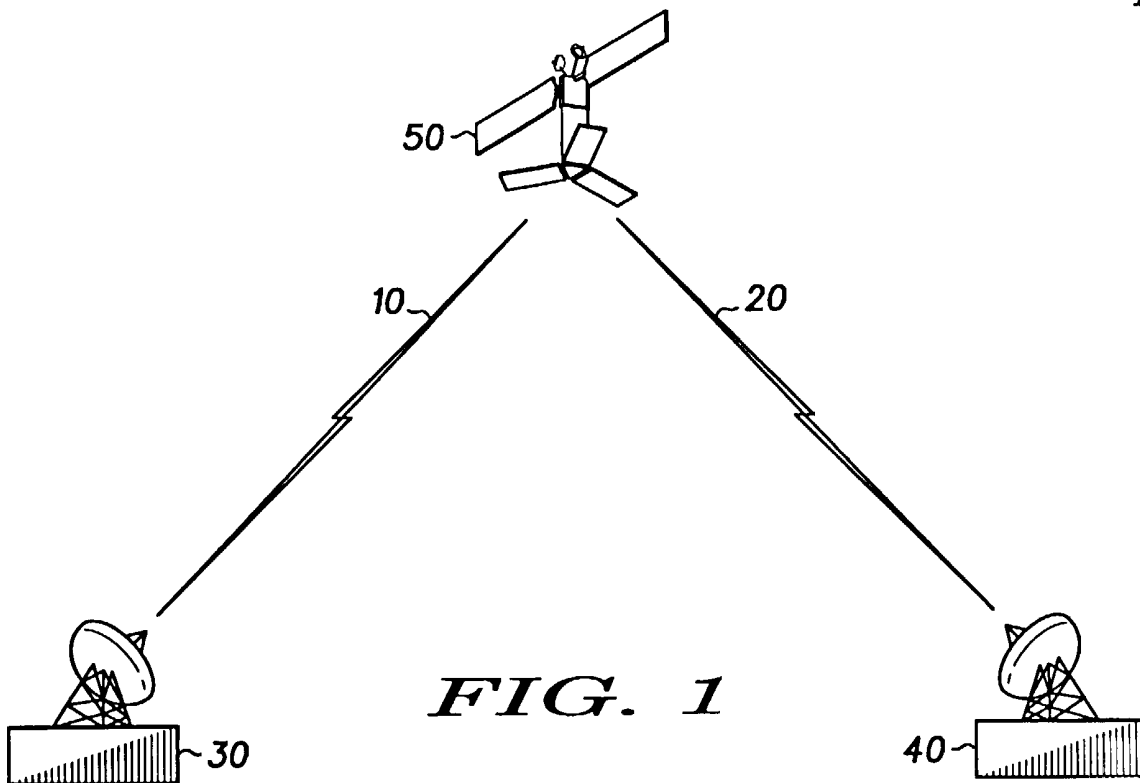
un premier dispositif (520) de séparation de signaux servant à séparer ladite somme de premiers signaux CDMA formant des composantes polarisées et à produire une pluralité de premiers signaux CDMA formant des composantes  
20 polarisées ; et

un deuxième dispositif (530) de séparation de signaux servant à séparer ladite somme de deuxièmes signaux CDMA formant des composantes polarisées et à produire une pluralité de deuxièmes signaux CDMA formant des composantes polarisées.

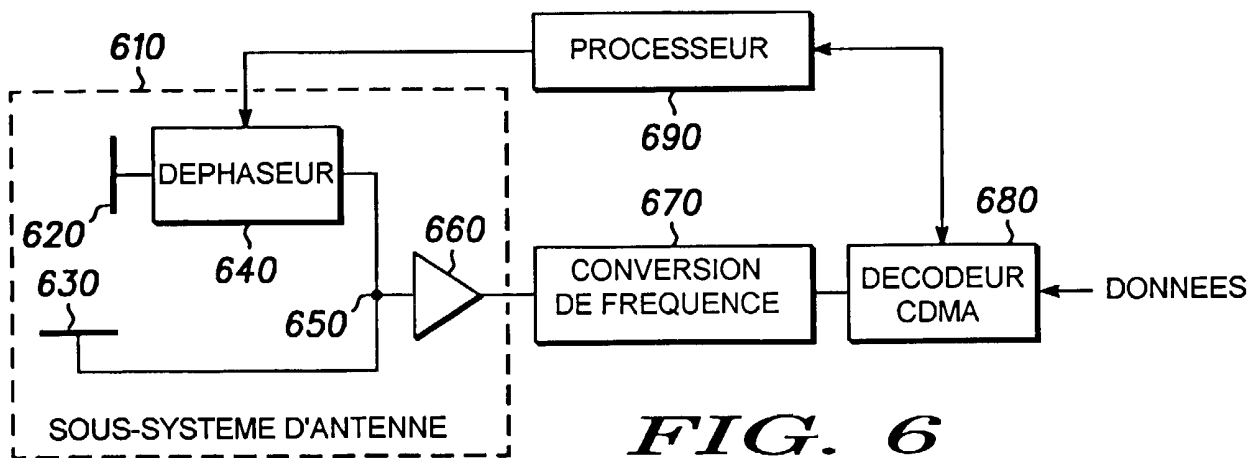
25 10. Récepteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que ledit réseau de polarisation comprend en outre :

une pluralité de déphaseurs (510) servant à recevoir ladite pluralité de premiers signaux CDMA formant des composantes polarisées et à produire une pluralité de premiers signaux CDMA formant des composantes polarisées  
30 déphasés ; et

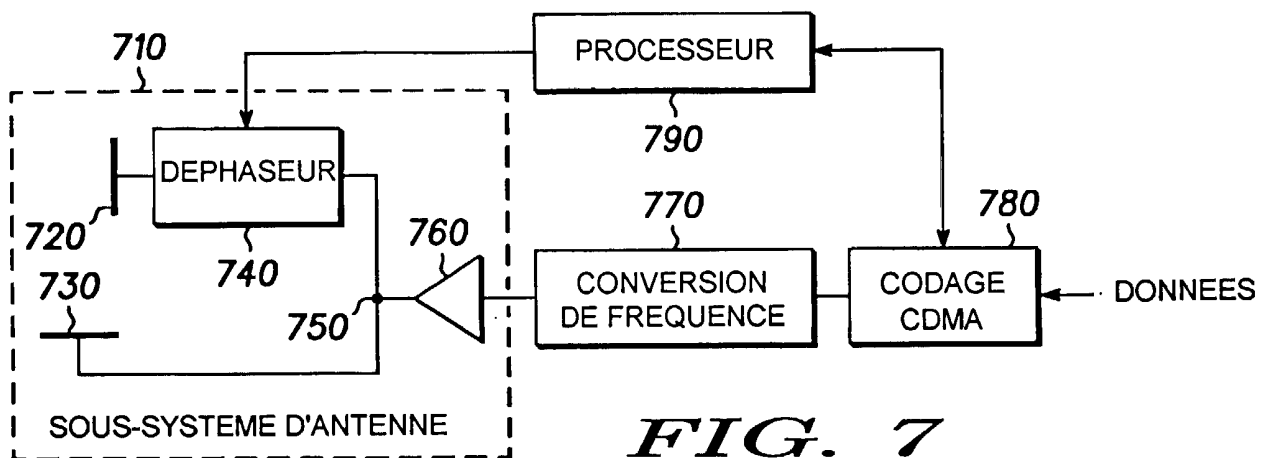
une pluralité de points d'addition (505) servant à additionner chaque signal de ladite pluralité de premiers signaux CDMA formant des composantes polarisées déphasés avec un signal de ladite pluralité de deuxièmes signaux CDMA formant des composantes polarisées afin de produire une pluralité de  
35 signaux CDMA dépolarisés.



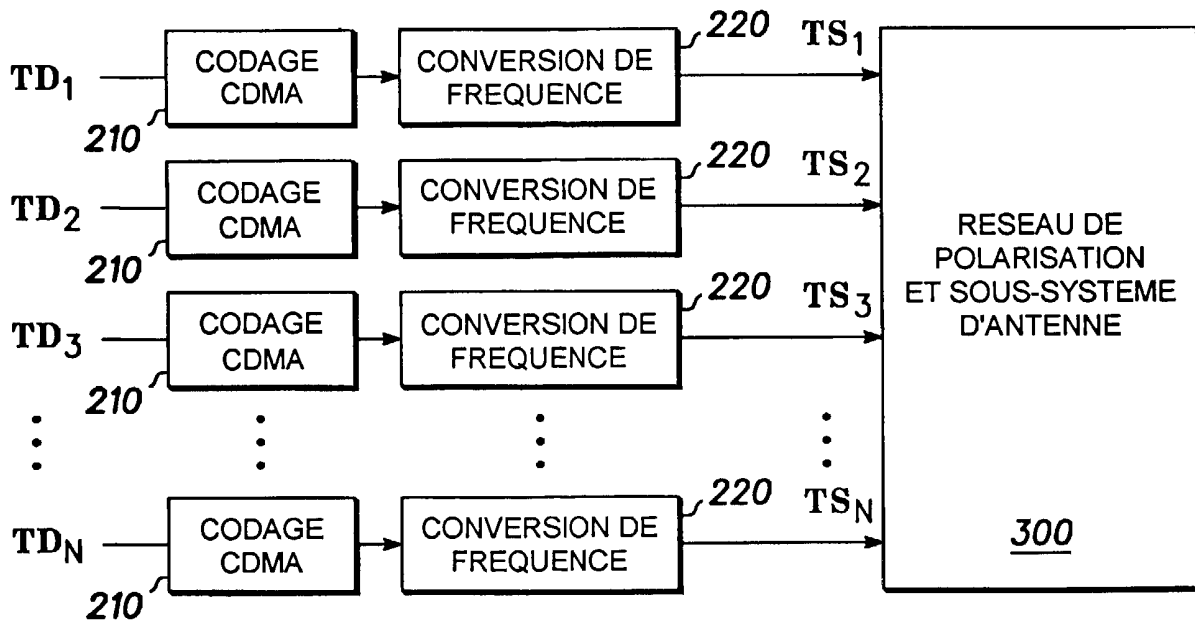
**FIG. 1**



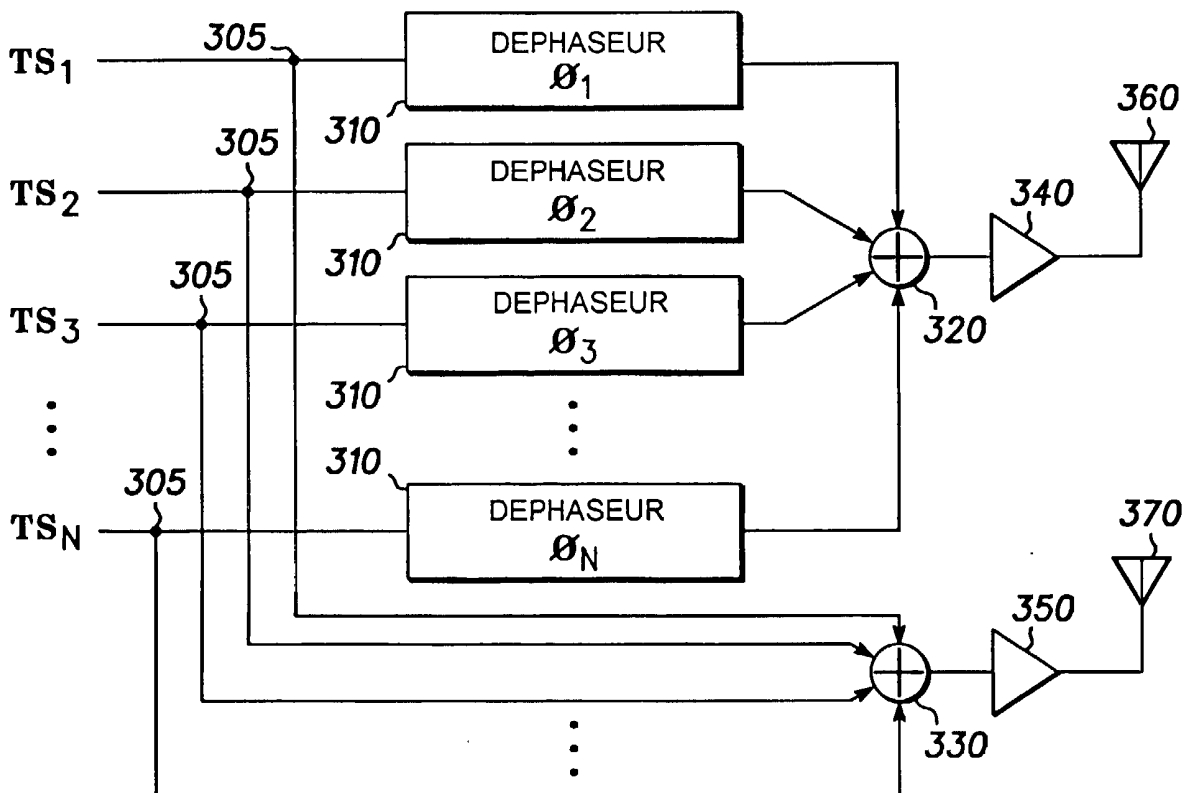
**FIG. 6**



**FIG. 7**

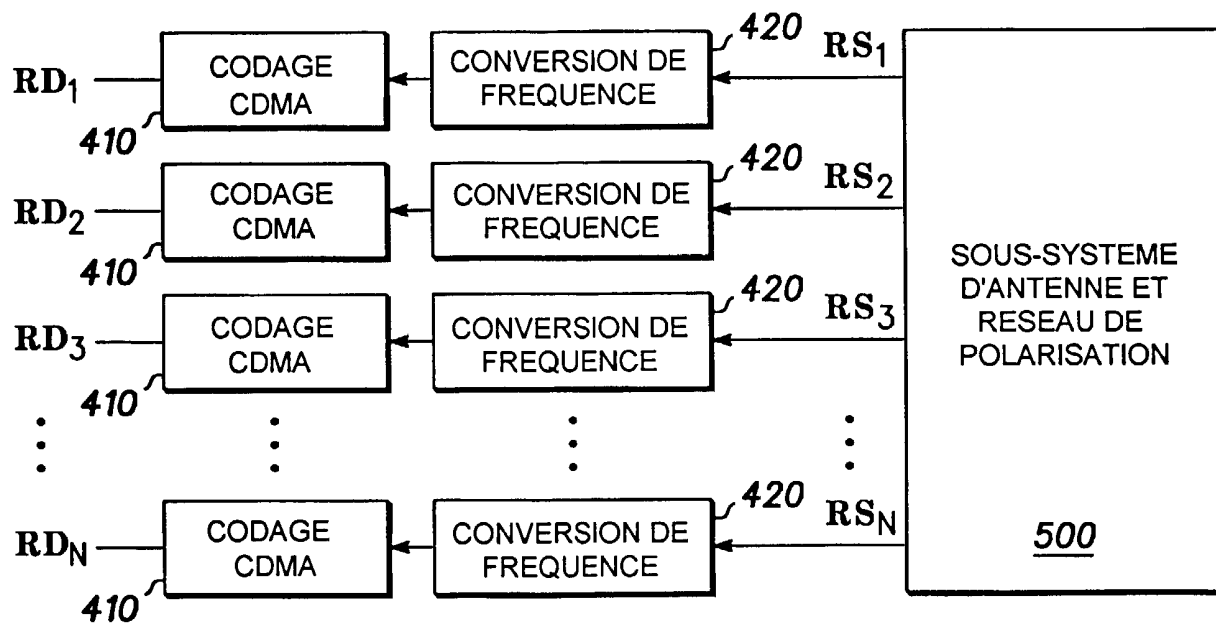


**FIG. 2**

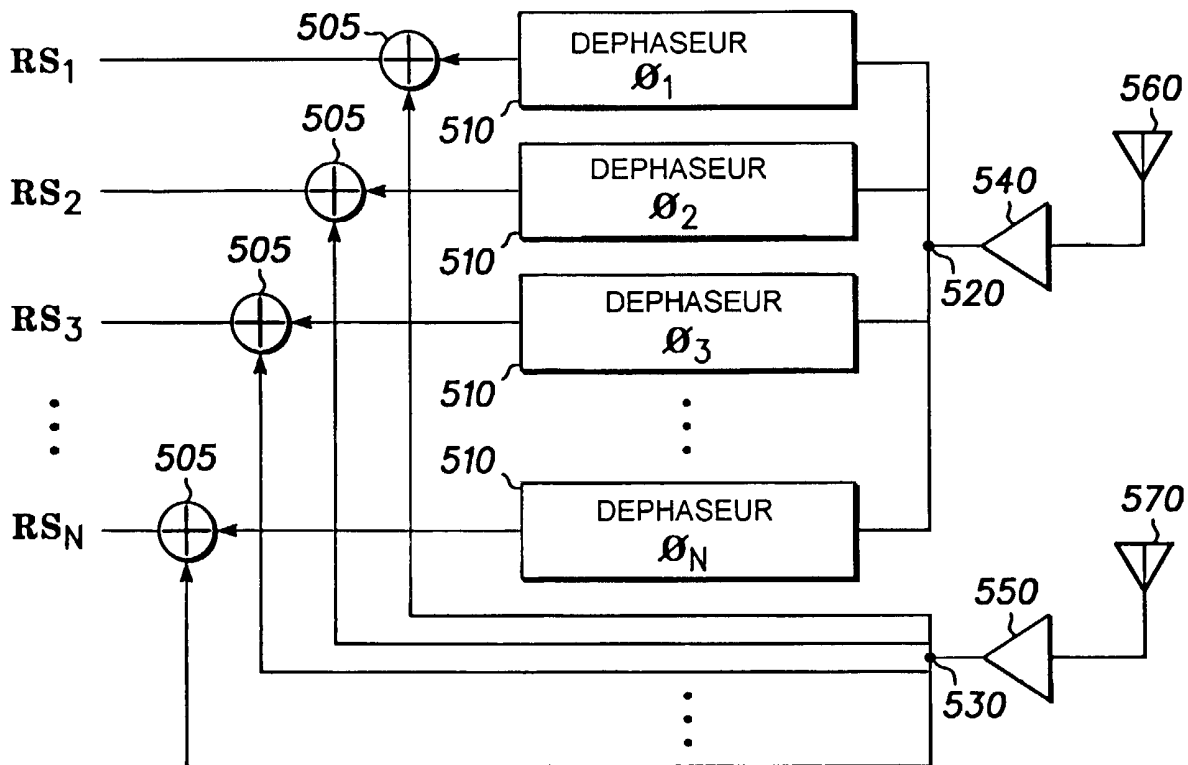


300

**FIG. 3**



**FIG. 4**



**500**

**FIG. 5**

