

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 751 495

21 N° d'enregistrement national : 97 09054

51 Int Cl⁶ : H 04 B 7/204, H 04 B 7/26

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.07.97.

30 Priorité : 18.07.96 JP 23477596.

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : 23.01.98 Bulletin 98/04.

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) : NATIONAL SPACE DEVELOPMENT AGENCY OF JAPON — JP.

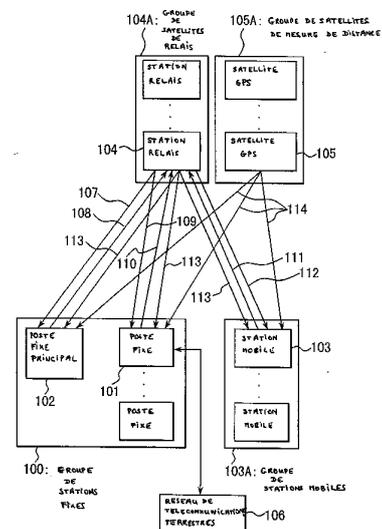
72 Inventeur(s) : YAMAWAKI KOJI.

73 Titulaire(s) : .

74 Mandataire : CASALONGA ET JOSSE.

54 SYSTEME DE TELECOMMUNICATIONS A SYNCHRONISATION TEMPORELLE.

57 Ce système comprend des stations fixes (101), des stations mobiles (103) et des stations relais (104). Chaque station mobile choisit une onde radio de communication provenant d'une station fixe particulière en déterminant un moment de réception de station mobile pour effectuer une opération de réception/traitement et choisit une station relais et une station fixe particulières en commandant le moment de transmission de station mobile pour qu'il soit synchronisé avec un moment de réception déterminé par la station fixe particulière pour effectuer la communication.



FR 2 751 495 - A1



Système de télécommunications à synchronisation temporelle.

La présente invention concerne un système de télécommunications à synchronisation temporelle, conçu pour pouvoir réaliser de manière simple et efficace une connexion de circuits et une opération de réception/traitement effectuées lorsqu'on procède à une communication bidirectionnelle entre des stations radio mobiles, telles que des bateaux ou des automobiles, réparties dans une région étendue et une station radio fixe, terrestre, à l'aide d'une pluralité de satellites servant de moyens de relais pour les ondes radios.

La présente invention permet de construire un système de télécommunications efficace pour la communication bidirectionnelle de messages entre des automobiles, des bateaux, des avions ou autres dispositifs analogues qui sont dispersés dans une région étendue. Plus précisément, on réalise une commande efficace des communications qui est nécessaire quand on utilise des satellites comme stations de relais. La réalisation d'un schéma de commande du circuit de communication en supposant que la présente invention a pour base une synchronisation temporelle est possible grâce au développement de la technologie récente d'horloges de précision et de la technologie de mesure précise des distances.

Avec le développement des techniques de radiocommunications par satellite, la navigation assistée par satellite et les télécommunications par satellite sont maintenant entrées dans le domaine technique général et grand public. Quand par exemple on reçoit et on traite une onde radio de mesure de distance provenant d'un satellite GPS (système de positionnement global), on peut effectuer une mesure

très précise de la position de la station mobile et une synchronisation très précise des références de temps. Par conséquent, dans le domaine de la maîtrise du trafic, de la gestion des opérations, de la recherche et du sauvetage de véhicules mobiles ou autres opérations similaires, et si on utilise bien sûr un système de mesure de position par satellite
5 comme le GPS, on peut obtenir facilement un moyen de mesure de position et un moyen de synchronisation dans le temps.

Par ailleurs, on connaît en tant que moyen de télécommunications par radio pour véhicules mobiles les moyens bidirectionnels de communication tels que les radio personnelles ou les téléphones portables.
10 Mais il n'existe pas encore de moyen mobile approprié de télécommunications par radio qui puisse être utilisé à faible coût dans une région étendue comprenant l'océan. La présente invention permet d'avoir de manière théorique et extrêmement simple un moyen mobile de télécommunications par radio qui peut être utilisé dans une région
15 étendue comprenant l'océan. Ce moyen mobile de télécommunications par radio pourra être appliqué au domaine de l'industrie des communications électriques internationales.

Nous allons maintenant décrire une technique apparentée à la présente invention. Parmi les différents systèmes de télécommunications, un système largement utilisé est un système de télécommunications dans lequel le côté émetteur étale le spectre de l'onde radio de transmission avec le code d'une séquence de bruit pseudo-aléatoire (qu'on désignera ci-après par l'abréviation PRN) pour transmettre
20 l'onde radio et dans lequel le côté récepteur effectue un étalement inverse du spectre de l'onde radio de réception avec le même code pour décoder l'onde radio, car ce système résiste bien aux interférences et au brouillage, et ce système de télécommunications est largement utilisé comme système à accès multiple et division de code (qu'on désignera ci-après par l'abréviation CDMA) dans un procédé de connexion de circuits.
30 En outre, un système de télécommunications dans lequel une onde radio est émise dans une fenêtre de temps assignée et des ondes radio ayant la même fréquence sont utilisées simultanément comme ondes porteuses par une pluralité d'utilisateurs est une technique bien au point de système à accès multiple et division
35

temporelle (qu'on désignera ci-après par l'abréviation TDMA).

La télécommunication par radio utilise comme principe le fait qu'une onde radio ayant une certaine fréquence sert d'onde porteuse et que l'onde porteuse est modulée par des données série à transmettre. Par conséquent, du côté de réception, l'en-tête de la série de données doit être spécifié. Mais, en CDMA, comme l'onde porteuse est modulée par le code de séquence PRN dont la fréquence est plus élevée que celle des données série, le signal doit avant étalement être reproduit par étalement inverse du spectre. Quand cet étalement inverse du spectre doit être effectué, il doit être synchronisé avec le moment de l'étalement du spectre effectué du côté de transmission. C'est pour cette raison que dans un système GPS mis au point aux Etats-Unis d'Amérique, les spectres d'ondes radio transmises de manière synchrone par une pluralité de satellites subissent un étalement inverse et, à l'aide d'un temps de retard extrait de cet étalement inverse, on calcule la différence entre les instants d'arrivée des ondes radio transmises par les satellites pour estimer la position du point de réception.

De cette façon, on utilise la technique CDMA non seulement dans le domaine des télécommunications, qui exige une forte résistance aux interférences et au brouillage, mais aussi dans le domaine des mesures qui demande des conditions précises de synchronisation temporelle entre le côté de transmission et le côté de réception. Toutefois, on dit généralement que la CDMA utilise une fréquence de faible efficacité et que la CDMA n'est pas très appropriée aux télécommunications mobiles impliquant un grand nombre d'utilisateurs.

Par ailleurs, la TDMA est un système à accès multiple qui est efficace quand le débit de transmission de l'un des circuits est beaucoup plus élevé que le débit de transmission requis du côté de transmission, et c'est un système de télécommunications dans lequel un circuit de communication est divisé en une pluralité de fenêtres de temps qui sont assignées à une pluralité d'utilisateurs de sorte que le même circuit de communication est partagé par ces utilisateurs. Par exemple, supposons que le côté de transmission comporte plusieurs stations mobiles et que le côté de réception ne comporte qu'une seule station fixe. Dans ce cas, lorsque la station fixe donne une information

de moment pour spécifier la fenêtre de temps devant être utilisée par chaque station mobile, des ondes radio peuvent être reçues en continu sous la forme de séries temporelles sans engorgement des ondes radio provenant des différentes stations mobiles. De ce fait, on peut
5 construire un système de télécommunications mobiles bidirectionnel quand une donnée est transmise de la station fixe à la pluralité de stations mobiles selon un schéma de division temporelle.

Par conséquent, la TDMA est un procédé d'utilisation efficace par une pluralité d'utilisateurs d'un circuit de communication ayant
10 un fort débit de transmission. Mais quand un circuit radio est utilisé par un grand nombre de stations mobiles, il surgit de nombreux problèmes concernant la commande du circuit, comme la définition d'un temps de garde, l'assignation des circuits ou la synchronisation des moments de communication.

15 Bien que les techniques de télécommunications comme la CDMA ou la TDMA posent les problèmes ci-dessus, ces techniques peuvent aussi être facilement utilisées en télécommunications spatiales. En particulier, on s'attend à ce que dans un futur proche la CDMA soit fréquemment utilisée pour une installation téléphonique utilisant un
20 satellite en raison de son excellente résistance aux interférences et au brouillage. Mais bien que la quantité de données transmises à un instant donné par chaque station mobile soit faible, lorsqu'on forme un système de télécommunications de messages qui peut être utilisé à faible coût en supposant qu'un très grand nombre de stations mobiles
25 seront utilisées simultanément, on prépare les codes d'un grand nombre de séquences PRN dont les propriétés de corrélation dans la CDMA sont faibles et ces codes doivent être assignés aux utilisateurs respectifs. De ce fait, les techniques de communication posent un grand nombre de problèmes concernant le coût des appareils et les
30 facilités de fonctionnement.

Dans le cas de la communication de messages, comme la durée de connexion du circuit d'une station mobile est relativement courte, l'efficacité d'utilisation du circuit se dégrade dans un schéma d'assignation de demande classique qui assigne un circuit radio en
35 réponse à une requête provenant d'une station mobile. Ce problème se

pose en particulier avec le système TDMA. Plus précisément, pour éviter la congestion des circuits, la connexion est généralement requise tout d'abord par une station mobile, et une station fixe (station terrestre) effectue l'assignation du circuit. Mais dans une communication de messages qui a une faible quantité de transmission d'information, la durée de communication concernant la connexion du circuit occupe une grande partie du temps total de communication.

Dans un système de télécommunications de service mobile utilisant un satellite comme station de relais, les stations mobiles sont réparties sur une région étendue et les instants d'arrivée d'une onde radio de transmission mobile qui atteint une station fixe par l'intermédiaire d'un satellite sont dispersés en fonction des différentes distances de propagation de l'onde radio. Par conséquent, pour éviter les interférences entre les circuits de communication, le temps de garde entre les fenêtres de temps doit être important. De ce fait, le schéma classique de connexion des circuits de communication n'est pas totalement efficace pour la communication de messages par satellite.

La communication bidirectionnelle par satellite utilise un système à accès multiple dans lequel des signaux de demande de renseignements (interrogation) sont séquentiellement envoyés d'une station fixe à tous les utilisateurs mobiles et les utilisateurs répondent à ces signaux d'interrogation. Mais ce système ne peut pas être considéré comme un système de télécommunications dans lequel il peut y avoir un grand nombre d'utilisateurs qui veulent effectuer des communications de manière arbitraire et à leur gré.

Un autre problème posé par les systèmes de télécommunications du service mobile utilisant un satellite comme station relais apparaît quand il y a plusieurs satellites dans le ciel. Comme l'antenne d'une station mobile est généralement omni-directionnelle, une onde radio envoyée par la station mobile est reçue et relayée par tous les satellites du ciel, puis transmise à la station terrestre fixe. Donc, la station fixe reçoit toutes les ondes radio qui l'atteignent en provenance de tous les satellites, de sorte qu'il faut augmenter la taille de l'appareil de réception/traitement de la station fixe et que le traitement des ondes radio reçues devient difficile. C'est la raison pour laquelle les

ondes radio de transmission de toutes les stations mobiles sont extraites d'ondes radio asynchrones qui atteignent la station fixe à des moments variables de manière hybride. Quand on augmente le nombre de stations fixes ou de stations mobiles, on s'attend à ce que la dégradation de l'efficacité de fonctionnement du système de télécommunications provoquée par ce problème empire.

Comme décrit précédemment, le système à accès multiple et division de code (CDMA) qui utilise une modulation par étalement du spectre est utilisé comme système de télécommunications militaires qui résiste bien au brouillage des ondes radio ou comme système de télécommunications spatiales capable de démoduler des ondes radio très faibles, et le système à accès multiple et division temporelle (TDMA) est utilisé en même temps qu'un système à accès multiple et division de fréquence (FDMA) comme une technique dont l'efficacité est prouvée en télécommunications terrestres et en télécommunications par satellite. Mais même si ces systèmes de télécommunications connus sont combinés entre eux en vue de former un système à accès multiple pour la communication bidirectionnelle de messages utilisant une pluralité de satellites et un grand nombre de stations fixes comme stations radio de base, on ne peut pas obtenir un système de télécommunications par satellite efficace.

La présente invention a été mise au point du fait qu'on ne pouvait pas obtenir une efficacité de communication suffisante et du fait qu'on ne pouvait pas accepter un grand nombre d'utilisateurs. La présente invention a été conçue pour diminuer la charge de réception/traitement de chaque station de base et pour combiner efficacement un réseau de télécommunications terrestres dans une communication (station mobile à station terrestre fixe) qui utilise un satellite en tant que station relais. Un objet de la présente invention est de proposer un système de télécommunications à synchronisation temporelle dans lequel des ondes radio mélangées, envoyées par un grand nombre de stations mobiles de manière omni-directionnelle et ayant le même étalement de code, sont reçues et traitées en étant choisies par une station fixe afin de donner facilement et efficacement une connexion de circuit de communication pour un grand nombre d'utilisateurs.

Pour atteindre cet objet, un premier aspect de la présente invention propose un système de télécommunications à synchronisation temporelle qui est formé par une pluralité de stations mobiles, une pluralité de stations de relais et une pluralité de stations fixes et qui produit une communication bidirectionnelle entre les stations fixes et les stations mobiles par l'intermédiaire des stations de relais pour effectuer un étalement spectral et un étalement spectral inverse sur les ondes radio de communication. D'après l'invention, chaque station fixe comprend un moyen de synchronisation et de maintien de référence de temps servant à maintenir avec précision une référence de temps qui peut être synchronisée avec un instant considéré comme référence de temps commune dans tout le système de télécommunications, un moyen de réception/traitement qui ne produit un étalement spectral inverse que d'une onde radio dont le spectre a été étalé et qui est synchronisée avec une date de début de l'opération de réception/traitement déterminée à partir de la référence de temps commune, c'est-à-dire un moment de réception de station fixe pour effectuer l'opération de réception/traitement, et un moyen de traitement/transmission qui transmet aux stations mobiles et par l'intermédiaire des stations relais une onde radio à spectre étalé obtenue par superposition d'une donnée de commande du circuit de station fixe, telle que la position de la station fixe, le moment de transmission de la station fixe ou le moment de réception de la station fixe, qui est nécessaire pour déterminer le moment de transmission de la station mobile du côté de la station mobile, et d'une information générale fournie des stations fixes aux stations mobiles; chaque station mobile contient un moyen de synchronisation et de maintien de référence de temps qui maintient une référence de temps locale synchronisée avec la référence de temps commune, un moyen de réception/traitement qui ne reçoit et ne traite que les ondes radios à spectre étalé qui sont synchronisées avec un moment de réception de la station mobile déterminé à partir de la différence de temps de propagation des ondes radio entre la station mobile et la station fixe, calculée sur la base d'une distance station fixe-station relais et d'une distance station relais-station mobile concernant une station relais choisie comme moyen de relais, et du moment de

transmission de la station fixe contenu dans les données de commande du circuit de station fixe d'une station fixe choisie comme récepteur de destination (partenaire de réception), et un moyen de traitement/transmission qui envoie une onde radio à spectre étalé qui est synchronisée avec un moment de transmission de la station mobile déterminé sur la base du temps de propagation des ondes radio entre la station mobile et la station fixe et du moment de réception de la station fixe contenu dans les données de commande du circuit de station fixe d'une station fixe choisie comme émetteur particulier (partenaire de transmission); chaque station relais contient un moyen formant relais qui reçoit une onde radio à spectre étalé provenant d'une station fixe ou mobile non spécifiée pour transmettre l'onde radio à spectre étalé à la station mobile ou fixe non spécifiée, et un moyen de traitement/transmission qui notifie des données d'orbite de la station relais nécessaires pour calculer les positions locales à des instants respectifs; et chaque station mobile comporte une fonction permettant de choisir une onde radio de communication d'une station fixe particulière parmi des ondes radio de communication transmises par la pluralité de stations fixes en déterminant les moments de réception des stations mobiles pour recevoir et traiter l'onde radio de communication de la station fixe particulière, et de choisir une station relais particulière et une station fixe particulière parmi la pluralité de stations relais et parmi la pluralité de stations fixes en commandant les moments de transmission de la station mobile pour qu'ils soient synchronisés avec un moment de réception déterminé par la station fixe particulière pour traiter/transmettre une onde radio de communication de station mobile.

Un système de télécommunications composite utilisant simultanément la CDMA et la TDMA pour profiter des avantages des deux systèmes de connexion de circuit est un système dans lequel un circuit assigné par la CDMA est partagé par une pluralité d'utilisateurs suivant la technique TDMA. Si par exemple la taille des données transmises en une fois par un premier utilisateur est établie à environ 1 kilobit et que le débit de transmission de données du circuit de division de code est de 5 kilobits/seconde environ, suivant une TDMA dans laquelle la largeur de la fenêtre de temps est établie à environ

0,2 secondes, trois mille utilisateurs peuvent accéder au circuit une fois en moyenne toutes les 10 minutes. Quand en outre on prépare 500 types de codes d'étalement et qu'un utilisateur accède au système une fois en moyenne par heure, on peut satisfaire environ neuf millions
5 d'utilisateurs. Donc, même dans un système de télécommunications utilisant simultanément la TDMA et la CDMA, on peut construire un système permettant de satisfaire un très grand nombre d'utilisateurs quand on a une communication de messages avec des données de transmission de petite taille.

10 Cependant, même si la CDMA et la TDMA sont simplement utilisées immédiatement, on ne peut pas améliorer l'efficacité et la souplesse de communication d'un système de télécommunications mobiles utilisant un satellite comme moyen de relais. Plus précisé-
15 lement, comme les communications mobiles par satellite se font généralement avec une antenne omni-directionnelle, lorsque plusieurs satellites sont en place l'onde radio provenant d'une station mobile est relayée par plusieurs satellites. De plus, l'onde radio relayée est reçue et traitée au hasard par un grand nombre de stations terrestres car on
20 utilise la CDMA. Par conséquent, la commande des circuits au niveau de la station terrestre fixe devient complexe. De ce fait, l'efficacité d'utilisation des routes du circuit se dégrade considérablement.

25 Contrairement à cela, le premier aspect de la présente invention utilise les principes de fonctionnement suivants. Les principes de la TDMA et de la CDMA sont tous deux utilisés avec des instants de synchronisation correspondants, et toutes les stations radio du système de télécommunications, comprenant les stations fixes (stations terres-
30 tres), les stations mobiles et les stations relais (satellites de relais), sont synchronisées entre elles à une référence de temps commune, et cette synchronisation est maintenue pour ajuster avec précision les moments de transmission des ondes radio de communication entre toutes les stations fixes et toutes les stations mobiles. Les moments de transmission sont signalés au côté de réception, et le côté de réception effectue un étalement inverse du spectre en référence à un moment de
35 réception qui est attendu compte tenu des moments de transmission. A ce moment là, une onde radio de communication qui arrive à l'exté-

rieur du moment de réception peut être supprimée. Ceci repose sur les deux principes suivants. Plus précisément, une onde radio soumise à un étalement du spectre par un code de séquence PRN est encore du bruit à moins que le même code de séquence PRN ne soit utilisé
5 comme code d'étalement inverse du spectre et on ne peut pas effectuer une démodulation du signal à moins qu'une synchronisation ne soit réalisée de telle manière que l'en-tête du code de séquence PRN de l'onde radio de réception ne coïncide avec l'en-tête du code utilisé pour l'étalement inverse.

10 Avec un système constitué suivant le premier aspect de la présente invention en appliquant les principes ci-dessus, on peut obtenir un système de télécommunications mobiles bidirectionnel suivant. C'est-à-dire que lorsque chaque station mobile détermine uniquement un moment de réception de station mobile avec le moyen de récep-
15 tion/traitement, il est facile de choisir une onde radio de communication d'une station fixe particulière parmi les ondes radio de communication transmises par la pluralité de stations fixes; et lorsqu'un moment de transmission de station mobile est déterminé par le moyen de traitement/transmission, il est facile de choisir une station relais
20 particulière et une station fixe particulière parmi la pluralité de stations relais et parmi la pluralité de stations fixes. De plus, lorsque chaque station fixe spécifie uniquement un moment de réception de station fixe, une onde radio de communication d'une station mobile particulière est choisie dans les ondes radio mélangées, de sorte que
25 cela diminue la redondance de l'opération de réception/traitement et de l'opération de connexion à un autre réseau de télécommunications. Lorsque des moments de transmission de station fixe sont respectivement déterminés pour les stations fixes, on peut réduire le brouillage des ondes radio du côté des stations mobiles.

30 Plus précisément, un système de télécommunications de service mobile classique est approprié à une communication comme une communication par radio-téléphone dans laquelle, une fois qu'un circuit de communication est connecté, le circuit est utilisé en continu pendant plusieurs minutes mais ce système de télécommunications ne
35 transmet pas des données de petite taille avec une grande efficacité et

n'est pas approprié à un système de connexion de circuit en télécommunication de service mobile par satellite dans lequel plusieurs satellites servent de stations relais. Au contraire de cela, selon le premier aspect de la présente invention, la synchronisation temporelle entre la station fixe et la station mobile et les moments de transmission/ 5 réception sur le côté de la station fixe sont définis, n'importe quel moment de réception/transmission de la station fixe devant être signalé au côté de la station mobile est choisi et il est effectué une réception/transmission en fonction du moment de réception/transmission de 10 station fixe choisi, de sorte que la station mobile peut choisir une station de destination pour cette communication. Un tel système de télécommunications n'a pas besoin d'envoyer une onde radio de demande de renseignement (interrogation) ou analogue, et l'efficacité d'utilisation du circuit de communication est améliorée. En outre, 15 quand on augmente le nombre de moments de réception appropriés, on peut réduire la probabilité de brouillage des ondes radio de communication.

Comme domaine dans lequel le premier aspect de la présente invention peut être utilisé avec le plus d'efficacité, on connaît le 20 domaine des communications de données par service mobile utilisant un satellite. La communication des données est efficace car la quantité d'information en communication de données est généralement plusieurs centaines de fois la quantité d'information en communication vocale. Par conséquent, non seulement les ondes radio qui sont en fait 25 une source limitée peuvent être utilisées efficacement mais en outre, quand on utilise efficacement les circuits de télécommunications par satellite du premier aspect de la présente invention, on peut fournir à un grand nombre d'utilisateurs un moyen de communication bidirectionnelle de messages, de faible coût. Si on peut réduire à un niveau 30 correct le coût du matériel de communication des stations satellites et terrestres et des appareils terminaux mobiles, le système de télécommunications à synchronisation temporelle du premier aspect de la présente invention peut être réalisé industriellement pour fournir un service de communication bidirectionnelle de données correspondant à 35 une région étendue à la place du service de poche classique d'appel

uni-directionnel.

Selon le deuxième aspect de la présente invention, un système de télécommunications à synchronisation temporelle est caractérisé en ce que, par rapport au système de télécommunications à synchronisation temporelle du premier aspect de la présente invention, les stations relais servant à relayer une onde radio de communication en provenance de la station fixe ou de la station mobile sont omises et le temps de propagation de l'onde radio entre la station mobile et la station fixe est déterminé uniquement sur la base de la distance en ligne droite entre la station mobile et la station fixe, de sorte que l'on obtient une communication bidirectionnelle entre la station mobile et la station fixe.

Pour les communications mobiles dans une région limitée, aucune station relais n'est nécessaire. Dans ce cas, la fonction de la station relais est intégrée dans la station fixe et la distance station relais/station fixe peut être considérée comme nulle. Le deuxième aspect de la présente invention décrit la configuration d'un système de télécommunications à synchronisation temporelle selon le mode ci-dessus. Ce système de télécommunications à synchronisation temporelle peut avoir la même fonction que celui du premier aspect de la présente invention, alors que la station relais est omise.

Selon le troisième aspect de la présente invention, un système de télécommunications à synchronisation temporelle est caractérisé en ce que, par rapport au système de télécommunications à synchronisation temporelle du premier aspect de la présente invention, chaque station relais comporte un moyen de synchronisation et de maintien de référence de temps qui maintient une référence de temps locale en synchronisme précis avec la référence de temps commune, et un moyen de traitement/transmission d'onde radio de mesure de distance capable d'envoyer une onde radio de mesure de distance en synchronisme avec la référence de temps locale à la place du moyen de traitement/transmission; chaque station fixe contient un moyen de mesure de distance/ synchronisation et maintien de référence de temps qui reçoit les ondes radio de mesure de distance en provenance de la pluralité de stations relais pour mesurer les distances entre les stations relais et les

stations fixes et qui synchronise les références de temps entre elles à la place du moyen de synchronisation et de maintien de référence de temps; chaque station mobile contient un moyen de mesure de distance/synchronisation et maintien de référence de temps qui reçoit les ondes radio de mesure de distance en provenance de la pluralité de stations relais pour mesurer les distances entre les stations relais et les stations mobiles et qui synchronise les références de temps entre elles à la place du moyen de synchronisation et de maintien de référence de temps; chaque station mobile a une fonction permettant de choisir une onde radio de communication d'une station fixe particulière parmi les ondes radio de communication envoyées par la pluralité de stations fixes en déterminant les moments de réception de la station mobile pour recevoir et traiter l'onde radio de communication de la station fixe particulière, et de choisir une station relais particulière et une station fixe particulière dans la pluralité de stations relais et dans la pluralité de station fixes en commandant les moments de transmission de la station mobile pour qu'ils soient synchronisés avec un moment de réception déterminé par la station fixe particulière pour traiter et transmettre une onde radio de communication de station mobile; et chaque station fixe et chaque station mobile a une fonction permettant de mesurer les instants d'arrivée des ondes radio de mesure de distance envoyées par un satellite GPS et la station relais, ou la seule station relais, afin d'effectuer une synchronisation de temps/mesure de position autonomes.

Comme décrit ci-dessus, lorsque le moyen de synchronisation et de maintien de temps de référence et le moyen de traitement/transmission d'onde radio de mesure de distance sont placés dans chaque station relais, et que les moyens de mesure de distance/synchronisation et maintien de référence de temps sont placés dans chaque station mobile et dans chaque station fixe, la fonction du système de télécommunications du premier aspect de la présente invention peut être renforcée et on peut aussi obtenir une fonction autonome servant de système de mesure de position.

Plus précisément :

1- En général, dans le système de télécommunications à

synchronisation temporelle, la déviation synchrone d'une référence de temps est mesurée par une communication bidirectionnelle entre la station mobile et la station fixe, et une distance station mobile-station relais peut être calculée sur la base du temps de propagation d'une
5 onde radio de mesure de distance d'un satellite GPS. Mais quand la station relais envoie une onde radio de mesure de distance synchronisée avec un satellite GPS, la station relais sert en outre de source d'onde radio de mesure de distance quand on diminue le nombre de satellites GPS pouvant recevoir des ondes radio.

10 2- Quand le nombre de satellites comprenant un satellite GPS et une station relais (satellite de relais) qui peuvent transmettre des ondes radio de mesure de distance est égal ou supérieur à 4, on peut mesurer simultanément la position de la station mobile et une déviation de synchronisation temporelle (écart d'horloge) en se basant sur le
15 même principe que celui d'un système de positionnement GPS (positionnement asynchrone). Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'avoir une communication bidirectionnelle entre la station mobile et la station fixe.

20 3- Quand on augmente encore le nombre de stations relais (satellites de relais), on peut aussi construire un système composite de communication et positionnement qui ne dépend pas du GPS.

4- Quand une onde radio de mesure de distance est transmise depuis la station relais, il est facile de déterminer l'orbite précise de la station relais.

25 La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée suivante, faite en référence aux dessins d'accompagnement dans lesquels :

30 La figure 1 est un schéma synoptique de la configuration générale d'un système de télécommunications à synchronisation temporelle selon un mode de réalisation de la présente invention.

35 La figure 2 est un schéma représentant les éléments constitutifs de base dans une station fixe unique, une station de relais et une station mobile qui forment une liaison de télécommunications particulière de la forme de réalisation représentée en figure 1, ainsi que les relations fonctionnelles entre ces éléments constitutifs.

La figure 3 est un schéma synoptique de la configuration générale d'un système de télécommunications à synchronisation temporelle selon un autre mode de réalisation de la présente invention.

5 La figure 4 est un schéma représentant les éléments constitutifs de base dans une station fixe unique, une station de relais et une station mobile qui forment une liaison de télécommunications particulière de la forme de réalisation représentée en figure 3, ainsi que les relations fonctionnelles entre ces éléments constitutifs.

10 La figure 5 est un schéma synoptique de la configuration générale d'un système de télécommunications à synchronisation temporelle selon encore un autre mode de réalisation de la présente invention.

15 La figure 6 est un schéma représentant les éléments constitutifs de base dans une station fixe unique, une station de relais et une station mobile qui forment une liaison de télécommunications particulière de la forme de réalisation représentée en figure 5, ainsi que les relations fonctionnelles entre ces éléments constitutifs.

20 La figure 7 est un dessin théorique montrant le principe de la synchronisation temporelle entre une station mobile et une station fixe.

La figure 8 est un chronogramme montrant l'instant auquel les en-têtes d'ondes radio de communication provenant d'une pluralité de stations mobiles utilisant le même code atteignent une station fixe dans le mode de réalisation représenté à la figure 1.

25 La figure 1 est un schéma synoptique montrant la configuration générale d'un système de télécommunications à synchronisation temporelle selon un mode de réalisation de la présente invention, et la figure 2 est un schéma synoptique représentant les configurations intérieures d'une station fixe unique, d'une station de relais et d'une station mobile pour obtenir un système de télécommunications à synchronisation temporelle, en considération d'une liaison de télécommunications particulière. Sur la figure 1, la référence 100 désigne un groupe de stations fixes formé par un grand nombre de stations fixes 101 et par une station fixe principale 102. La référence 103A
35 désigne un groupe de stations mobiles formé par un grand nombre de

stations mobiles 103. La référence 104A désigne un groupe de satellites relais formé par un grand nombre de stations de relais (satellites) 104; la référence 105A désigne un groupe de satellites de mesure de distance formé par un grand nombre de satellites GPS 105, et la référence 106
5 désigne un réseau de circuits de télécommunications terrestres.

Chaque station de relais (satellite) 104 contient un répéteur (répondeur) qui assure le relayage des ondes radio 110 et 111 provenant des stations fixes 101 et des stations mobiles 103 et qui envoie des ondes radio 112 et 109 vers les stations mobiles 103 et les stations
10 fixes 101. Les éléments orbitaux de la station de relais 104 sont déterminés avec précision par un réseau de commande de la poursuite des satellites et sont radiodiffusés vers les stations mobiles 103. La station relais envoie une onde radio 113 de mesure de distance semblable à l'onde radio 114 de mesure de distance en provenance du satellite GPS
15 105 et, en utilisant la station relais 104, il est facile de mesurer la distance entre la station relais et la station mobile et de synchroniser les références de temps entre la station mobile et la station fixe. Pour cette mesure de distance et cette synchronisation temporelle, les ondes radio 113 de mesure de distance provenant de toutes les stations relais
20 104 sont synchronisées entre elles. En général, les stations mobiles 103 sont conçues pour recevoir et traiter simultanément les ondes radio 113 de mesure de distance synchronisées qui proviennent de la pluralité de stations de relais 104.

Mais supposons que les éléments orbitaux de la station relais
25 104 soient notifiés, que la position de la station mobile 103 puisse être mesurée par un autre moyen de mesure de distance, comme un satellite GPS, et que les références de temps de la station fixe 101 et de la station mobile 103 puissent être synchronisées avec par exemple la référence de temps du GPS. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire que
30 l'onde radio 113 de mesure de distance provenant de la station relais 104 soit transmise. De cette manière, la configuration dans laquelle une onde radio de mesure de distance provenant d'une station de relais n'est pas transmise est la configuration d'un système de télécommunications qui correspond à une autre forme de réalisation de la présente
35 invention. Le configuration de ce système de télécommunications est

représentée sur la figure 3. Compte tenu de la liaison particulière de télécommunications utilisée dans ce cas, la figure 4 est un schéma synoptique représentant la configuration interne d'une station fixe unique, d'une station de relais et d'une station mobile permettant
5 d'obtenir un système de télécommunications à synchronisation temporelle. Dans ce cas et comme représenté sur la figure 4, un poste 204 de traitement/transmission d'ondes radio de mesure de distance et un moyen 205 de synchronisation et de maintien de référence de temps qui sont présents dans la station relais 104 de la forme de réalisation
10 représentée en figure 2 peuvent être omis. Dans ce cas, on suppose toutefois qu'il existe un autre moyen de détermination de l'orbite de la station relais 104, par exemple un moyen de mesure de la distance station fixe - station relais et de sa vitesse de modification au cours du temps, et de mesure précise de l'orbite de la station relais 104.

15 La station relais 104 est parfois inutile dans le cas de communications mobiles sur une région peu étendue. Dans ce cas, la fonction de la station relais 104 est intégrée à la station fixe 101 et la distance station fixe-station relais est considérée comme nulle. Cette configuration est représentée en figure 5. Du fait de la liaison particulière
20 utilisée dans ce cas, la figure 6 est un schéma synoptique montrant la configuration interne d'une station fixe unique et d'une station mobile permettant d'obtenir un système de télécommunications à synchronisation temporelle.

Les détails de configuration de cette forme de réalisation
25 vont être décrits maintenant en référence à la figure 2. Compte tenu de la liaison de télécommunications particulière, la figure 2 est une vue montrant les éléments constitutifs de base nécessaires pour une station fixe unique, une station relais et une station mobile permettant d'obtenir un système de télécommunications à synchronisation temporelle et la
30 relation fonctionnelle entre ces éléments constitutifs de base. La station fixe 101 effectue une communication bidirectionnelle avec la station mobile 103 grâce à un moyen 201 de réception/ traitement et à un moyen 202 de traitement/transmission sur la base d'une référence de temps maintenue par un moyen 200 de mesure de distance/synchro-
35 nisation et maintien de référence de temps. Les données de communi-

cation sont couplées dans cette communication bidirectionnelle à un réseau terrestre 106 de télécommunications par un moyen 203 de gestion du traitement des données de télécommunications.

5 La station mobile 103 effectue une communication bidirectionnelle avec la station fixe 101 à l'aide d'un moyen 209 de réception/traitement et d'un moyen 208 de traitement/transmission sur la base d'une référence de temps maintenue par un moyen 207 de mesure de distance/synchronisation et maintien de référence de temps. Dans cette communication bidirectionnelle, les données de communication sont
10 couplées à un appareil d'entrée/sortie de données de communication de la station mobile 103 par un moyen 210 de gestion du traitement des données de communication. La station relais 104 maintient le synchronisme de référence de temps avec la station fixe principale 102 en utilisant un moyen 205 de synchronisation et de maintien de référence
15 de temps et un poste 204 de traitement et de transmission d'onde radio de mesure de distance pour fournir l'onde radio 113 de mesure de distance à la station mobile 103. Du fait qu'on utilise un moyen relais 206 d'onde radio, les ondes radio 110 et 111 provenant de la station fixe et de la station mobile sont répétées pour transmettre les ondes
20 radio 109 et 112 à la station mobile et à la station fixe.

Comme procédé permettant d'effectuer la synchronisation temporelle entre les stations radio (station fixe, station relais et station mobile) qui sert de condition préalable à la présente invention, on peut utiliser un procédé basé sur le principe de mesure de position
25 du GPS, c'est-à-dire un procédé calculant la position d'une station mobile et le décalage temporel (déviation) en fonction de la différence d'instant d'arrivée entre des ondes radio de mesure de distance envoyées de façon synchrone par une pluralité de sources d'onde radio dont les positions sont connues, un procédé calculant la distance entre
30 des stations radio et un décalage temporel par communication bidirectionnelle entre les stations radio, ou un procédé analogue. Bien que ces techniques soient des techniques connues, nous allons décrire brièvement la dernière d'entre elles.

35 La figure 7 montre le principe de la synchronisation temporelle entre une station mobile et une station fixe. Nous allons décrire

le cas où les références de temps des stations fixes et des stations mobiles sont synchronisées entre elles. En se reportant à la figure 7, supposons que des ondes radio de mesure de distance émises par les stations fixes et mobiles en synchronisme avec les références de temps des stations respectives soient répétées par les stations relais (satellites) et reçues par les stations fixes et mobiles. Dans ce cas, les stations mobiles et fixes mesurent des temps de pseudo-propagation t_u et t_b des ondes radio de mesure de distance et on peut écrire les équations (1) et (2) suivantes :

$$t_u + t_c = (P_b + P_u) / c \quad (1)$$

$$t_b - t_c = (P_b + P_u) / c \quad (2)$$

dans lesquelles P_b et P_u sont respectivement des distances réelles entre la station fixe et la station relais et entre la station relais et la station mobile, t_c est le décalage temporel entre la station mobile et la station fixe et c est la vitesse de la lumière. A partir des équations (1) et (2), on peut écrire l'équation (3) suivante :

$$t_c = (t_b - t_u)/2 \quad (3)$$

C'est pourquoi, lorsque les temps de pseudo-propagation t_u et t_b mesurés par les stations mobile et fixe sont notifiés d'une station à l'autre, on peut calculer le décalage temporel t_c aussi bien dans la station mobile que dans la station fixe. Par conséquent, lorsque la référence de temps de l'une des deux horloges est en avance ou en retard de t_c sur l'opération de calcul, la référence de temps synchrone peut être appliquée aussi bien à la station mobile qu'à la station fixe.

Bien que le système de télécommunications à synchronisation temporelle de la présente invention puisse être utilisé non seulement comme moyen de télécommunication mais aussi comme moyen de mesure de position, un système satellite obtenu par association de la fonction de mesure de position et de la fonction de télécommunication est une technique connue. La description détaillée du système satellite sera donc omise.

La station fixe (station terrestre) 101 est une station de commande des communications dont la position est mesurée avec précision. La station fixe 101 transmet des données à la station mobile 103, reçoit des données de la station mobile 103 et, si nécessaire,

échange des données avec le réseau 106 de circuits de télécommunications terrestres et commande les connexions de circuits avec ce réseau 106. La communication des données à la station mobile 103 englobe aussi une communication qui notifie à la station mobile 103 les moments (timing) de transmission et de réception auxquels la station fixe 101 effectue une opération de transmission et de réception d'une onde radio de communication ainsi que le fait que l'onde radio de communication provenant d'une station mobile 103 particulière a été reçue/traitée.

Une station fixe particulière qui sert de source pour les références de temps communes des stations radio constituant le système de télécommunications de la présente invention et qui sert de référence de position pour les stations fixes et les stations relais peut être défini comme la station fixe principale 102. La référence de temps de la station relais 104 est synchronisée avec la référence de temps de la station fixe principale 102 à l'aide d'ondes radio 107 et 108 de communication entre la station fixe principale et la station relais. L'onde radio de communication 107 peut être utilisée en même temps que l'onde radio 113 de mesure de distance. Bien qu'on suppose que l'onde radio de communication 108 provenant de la station fixe principale 102 est spécialement utilisée pour la synchronisation des références de temps entre les stations radio, lorsque l'onde radio de communication 108 est presque la même que l'onde radio de communication 110, la configuration de la station fixe principale 102 est la même que celle de la station fixe générale 101, sauf qu'une horloge extrêmement stable est contenue dans la station fixe principale 102.

Dans ce cas, les stations fixes 101 peuvent synchroniser les références de temps entre toutes les stations fixes et entre toutes les stations relais qui ont des circuits de communication établis entre elles, et au moins quatre stations fixes 101 reçoivent une onde radio de mesure de distance en provenance d'une station relais 104 pour pouvoir déterminer les positions de la station relais 104 aux moments respectifs à partir de la différence d'instant d'arrivée entre les ondes radio de mesure de distance. La station fixe principale 102 assure la commande, l'assignation des circuits et autre pour tout le système de

télécommunications de la présente invention et peut aussi être utilisée pour améliorer l'efficacité des communications.

La station mobile 103 reçoit l'onde radio 112 envoyée par la station fixe 101 et reçoit les ondes radio 113 ou 114 envoyées par la station relais 104 ou le satellite GPS 105 pour mesurer avec précision la position propre (position locale) de la station mobile 103. La station mobile 103 envoie l'onde radio 111 à la station fixe 101 à un moment précis. La station mobile 103 connaît le moment de transmission de la station fixe notifié par la station fixe 101 afin de ne recevoir et traiter que les ondes radio de communication qui proviennent d'une station fixe 101 particulière.

Quand la distance station relais-station mobile est représentée par R et que la distance station fixe-station relais est représentée par L, le temps de retard de propagation des ondes radio lors d'une communication entre la station fixe et la station mobile s'exprime par :

$$\Delta T_1 = (R + L)/c$$

où c est la vitesse de la lumière. Par conséquent, supposons que les distances R et L sont connues, que les références de temps de la station fixe 101 et de la station mobile 103 sont synchronisées entre elles et que le moment de transmission est déterminé. Alors, on peut estimer l'instant d'arrivée d'une onde radio. C'est pour cela que lorsqu'on effectue un étalement inverse du spectre à ce moment là, on peut effectuer une opération de réception/traitement pour un émetteur particulier choisi.

Dans un système de télécommunications à synchronisation temporelle basé sur la référence de temps commune ci-dessus, la station fixe 101 servant de station centrale notifie à la station mobile 103 servant d'arrivée les moments de transmission et de réception sous la forme de données numériques. Quand le côté de la station mobile n'effectue la transmission qu'à un moment de transmission déterminé à partir des données numériques, la connexion du circuit de communication est établie. Si on suppose que ce moment existe à intervalles de temps prédéterminés, ces intervalles de temps sont considérés comme des fenêtres de temps et ces intervalles de temps peuvent être utilisés dans la TDMA. Toutefois, dans une communication à partir de la

pluralité de stations mobiles 103, toutes les stations mobiles 103 choisissent le même moment et on doit s'attendre à une congestion des circuits.

On peut résoudre ce problème par le procédé suivant. Lorsque
5 la station mobile 103 utilise des moments à intervalles de une seconde ou lorsque sont notifiés à l'avance à la station mobile par la station fixe une pluralité de moments (qu'on appellera moments de réception étendus) obtenus par addition à ces moments d'un temps de retard qui est un nombre entier de fois 1/plusieurs dizaines de cycle d'un code de
10 séquence PRN par exemple, une onde radio de communication est transmise en synchronisme avec un moment de réception étendu qui est choisi de façon irrégulière parmi les moments de réception étendus et la probabilité pour que le même code de séquence PRN atteigne la station fixe en état de chevauchement est fortement diminuée. Par
15 conséquent, la probabilité d'interférence entre des ondes radio de communication diminue considérablement même si le niveau de bruit est légèrement influencé par cette situation.

La figure 8 montre les moments auxquels les en-têtes d'une pluralité d'ondes radios soumises à un étalement spectral par un code
20 de séquence PRN atteignent les stations fixes. En communication avec étalement spectral, si le code de séquence PRN utilisé pour l'étalement spectral des ondes radio transmises n'est pas le même que le code de séquence PRN utilisé pour l'étalement inverse du spectre, les données d'origine ne peuvent bien évidemment pas être démodulées. En outre,
25 le timing du code d'étalement inverse du spectre doit être décalé pour que la date de début du code de séquence PRN superposé aux ondes radio reçues soit égale à la date de début du code de séquence PRN servant à l'étalement inverse. Donc, quand la station fixe 101 effectue une recherche de date pour une partie proche d'un moment de réception étendu 302 produit pour un moment de réception 301 de la figure
30 8, les ondes radio autres que l'onde radio synchronisée avec le moment de réception ne sont pas démodulées par l'étalement inverse et la plupart des ondes radio sont traitées comme du bruit. Dans ce cas, le moment de réception étendu est obtenu par addition au moment de
35 réception d'un retard qui est un nombre entier de fois 1/plusieurs

dizaines de cycle du code de séquence PRN et on considère que des ondes radios qui sont retardées à ce moment et reçues n'ont pratiquement aucune corrélation entre elles. Donc, dans la station fixe 101 qui effectue une opération de réception/traitement en n'utilisant que le moment désigné ci-dessus, seule l'onde radio transmise par la station mobile 103 utilisant le moment désigné sera reçue et traitée.

Plus précisément, un circuit CDMA est divisé dans le temps au moment de réception 301 et chaque station mobile 103 envoie une onde radio de telle sorte que les ondes radio de communication soient contenues dans une fenêtre de temps 300 comprise entre les moments de réception 301. Pour augmenter le degré de liberté des connexions de circuit, on effectue l'opération de réception/traitement suivante. Le moment de réception étendu 302 étant défini, seule l'onde radio synchrone 303 qui arrive en synchronisme avec le moment de réception étendu 302 est démodulée, et une onde radio asynchrone 304 qui n'est pas synchronisée avec le moment de réception étendu 302 est traitée comme du bruit. Comme on vient de le décrire, le retard du moment de réception étendu 302 par rapport au moment de réception peut être choisi pour être un nombre entier de fois 1/plusieurs dizaines de cycles du code de séquence PRN et peut être inférieur à un cycle du code de séquence PRN.

Nous venons de décrire le principe du procédé de connexion des circuits pour un système de télécommunications à synchronisation temporelle dans le cas où la station mobile 103 envoie une onde radio à une station fixe particulière 101 et où la station mobile 103 ne reçoit et ne traite qu'une onde radio provenant d'une station fixe particulière 101. Pour réaliser effectivement ce système de télécommunications, on emploie de préférence une horloge relativement stable du côté de la station mobile. Dans ce cas, on peut réduire la fréquence de l'opération de synchronisation et de maintien de la référence de temps du côté mobile. De ce fait, on peut améliorer l'efficacité d'utilisation du circuit de communication.

Comme cela a été décrit ci-dessus en référence aux précédentes formes de réalisation, selon un premier aspect de la présente invention, on établit une synchronisation temporelle entre une station fixe et une

station mobile et on établit un moment de transmission/réception du côté de la station fixe; on choisit n'importe lequel des moments de transmission/réception de station fixe notifiés à la station mobile et on effectue une opération de transmission/réception sur la base du moment de transmission/réception de station fixe, de sorte que la station mobile peut choisir une station de destination de la communication. La transmission d'une onde radio de demande de renseignement (interrogation) ou analogue devient inutile et l'efficacité du circuit de communication est améliorée. En outre, lorsqu'on augmente le nombre de moments de réception appropriés, la probabilité d'interférence entre les ondes radio de communication est moindre. Selon le deuxième aspect de l'invention, on peut réaliser un système de télécommunications à synchronisation temporelle qui a la même fonction que le système du premier aspect mais dans lequel les stations de relais sont omises. D'après le troisième aspect de l'invention, un moyen de synchronisation et de maintien de référence de temps et un moyen de traitement/transmission d'ondes radio de mesure de distance sont placés dans une station relais, et un moyen de mesure de distance/synchronisation et maintien de référence de temps sont placés dans une station mobile et une station fixe. C'est pour cette raison que non seulement la fonction du système de télécommunications du premier aspect de l'invention peut être renforcée mais que l'on peut également obtenir une fonction incorporée servant de système de mesure de position.

Il est bien entendu que la description qui précède n'a été donnée qu'à titre purement illustratif et non limitatif et que des variantes ou des modifications peuvent y être apportées dans le cadre de la présente invention.

REVENDICATIONS

1. Système de télécommunications à synchronisation temporelle comprenant une pluralité (103A) de stations mobiles, une pluralité (104A) de stations relais et une pluralité (100) de stations fixes, servant à effectuer un étalement du spectre et un étalement inverse du spectre sur des ondes radio de communication pour réaliser une communication bidirectionnelle entre lesdites stations mobiles et lesdites stations fixes à l'aide desdites stations relais, caractérisé :
5 en ce que chaque station fixe comprend :

- un moyen de synchronisation et de maintien de référence de temps, servant à maintenir avec précision une référence de temps qui peut être synchronisée avec un instant considéré comme une référence de temps commune dans ledit système de télécommunications,

- un moyen de réception/traitement, destiné à ne réaliser un étalement inverse que sur une onde radio dont le spectre est étalé et qui est synchronisée avec une date de début d'une opération de réception/traitement déterminée sur la base de la référence de temps commune, c'est-à-dire un moment de réception de station fixe pour effectuer l'opération de réception/traitement, et

- un moyen de traitement/transmission, destiné à envoyer auxdites stations mobiles, par l'intermédiaire desdites stations relais, une onde radio à spectre étalée, obtenue par superposition d'une donnée de commande du circuit de station fixe telle qu'une position de station fixe, un moment de transmission de station fixe ou le moment de réception de la station fixe, qui est nécessaire pour déterminer un moment de transmission de station mobile du côté de la station mobile, et d'une information générale fournie desdites stations fixes auxdites stations mobiles,

en ce que chaque station mobile comprend :

- un moyen de synchronisation et de maintien de référence de temps, servant à maintenir une référence de temps locale synchronisée avec la référence de temps commune,

- un moyen de réception/traitement, destiné à ne recevoir et ne traiter qu'une onde radio dont le spectre est étalé et qui est

synchronisée avec un moment de réception de station mobile déterminé sur la base du temps de propagation d'une onde radio entre ladite station mobile et ladite station fixe, calculé à partir d'une distance station fixe-station relais et d'une distance station relais-station mobile qui correspondent à une station relais choisie comme moyen de relais, et du moment de transmission de station fixe contenu dans les données de commande du circuit de station fixe d'une station fixe choisie comme récepteur de destination, et

5
10
15
- un moyen de traitement/transmission, destiné à envoyer une onde radio à spectre étalé qui est synchronisée avec un moment de transmission de station mobile déterminé sur la base d'un temps de propagation d'onde radio entre ladite station mobile et ladite station fixe et du moment de réception de station fixe contenu dans les données de commande du circuit de station fixe d'une station fixe choisie comme émetteur particulier,

en ce que chaque station relais comprend :

20
- un moyen de relayage destiné à recevoir une onde radio à spectre étalé provenant d'une station fixe ou mobile non spécifiée pour transmettre ladite onde radio à spectre étalé à ladite station mobile ou fixe non spécifiée, et

25
30
- un moyen de traitement/transmission servant à notifier des données d'orbite de station relais nécessaires pour calculer des positions locales aux instants respectifs;
et en ce que chaque station mobile est conçue pour choisir une onde radio de communication d'une station fixe particulière parmi des ondes radio de communication envoyées par ladite pluralité de stations fixes en déterminant les moments de réception de station mobile pour recevoir et traiter l'onde radio de communication de la station fixe particulière, et pour choisir une station relais particulière et une station fixe particulière dans ladite pluralité de stations relais et dans ladite pluralité de stations fixes en commandant les moments de transmission de la station mobile pour qu'ils soient synchronisés avec un moment de réception déterminé par ladite station fixe particulière pour transmettre et traiter une onde radio de communication de station mobile.

35 2. Système de télécommunications à synchronisation tempo-

relle selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une station fixe principale (102) qui a été conçue pour transmettre une onde radio synchronisée avec une référence de temps commune dans ledit système de télécommunications.

5 3. Système de télécommunications à synchronisation temporelle selon la revendication 1, caractérisé en ce que la distance station fixe-station relais et la distance station relais-station mobile sont calculées sur la base des données d'orbite de ladite station relais et du temps de propagation d'une onde radio de mesure de distance envoyée
10 par un satellite GPS.

 4. Système de télécommunications à synchronisation temporelle, comprenant une pluralité de stations mobiles et une pluralité de stations fixes, servant à effectuer un étalement du spectre et un étalement inverse du spectre sur des ondes radio de communication pour
15 réaliser une communication bidirectionnelle entre lesdits stations mobiles et lesdits stations fixes, caractérisé :
en ce que chaque station fixe comprend :

 - un moyen de synchronisation et de maintien de référence de temps, servant à maintenir avec précision une référence de temps qui
20 peut être synchronisée avec un instant considéré comme une référence de temps commune dans ledit système de télécommunications,

 - un moyen de réception/traitement, destiné à ne réaliser un étalement inverse que sur une onde radio dont le spectre est étalé et qui est synchronisée avec une date de début d'une opération de réception/traitement déterminée sur la base de la référence de temps
25 commune, c'est-à-dire un moment de réception de station fixe pour effectuer l'opération de réception/traitement, et

 - un moyen de traitement/transmission, destiné à envoyer auxdites stations mobiles une onde radio à spectre étalé, obtenue par
30 superposition d'une donnée de commande du circuit de station fixe telle qu'une position de station fixe, un moment de transmission de station fixe ou le moment de réception de la station fixe, qui est nécessaire pour déterminer un moment de transmission de station mobile du côté de la station mobile, et d'une information générale fournie desdites
35 stations fixes auxdites stations mobiles,

en ce que chaque station mobile comprend :

- un moyen de synchronisation et de maintien de référence de temps, servant à maintenir une référence de temps locale synchronisée avec la référence de temps commune,

5 - un moyen de réception/traitement, destiné à ne recevoir et ne traiter qu'une onde radio dont le spectre est étalé et qui est synchronisée avec un moment de réception de station mobile déterminé sur la base du temps de propagation d'une onde radio entre ladite station mobile et ladite station fixe, calculé à partir d'une distance en
10 ligne droite entre ladite station mobile et ladite station fixe, et du moment de transmission de station fixe contenu dans les données de commande du circuit de station fixe d'une station fixe choisie comme récepteur de destination, et

 - un moyen de traitement/transmission, destiné à envoyer une
15 onde radio à spectre étalé qui est synchronisée avec un moment de transmission de station mobile déterminé sur la base d'un temps de propagation d'onde radio entre ladite station mobile et ladite station fixe et du moment de réception de station fixe contenu dans les données de commande du circuit de station fixe d'une station fixe
20 choisie comme émetteur particulier,

et en ce que chaque station mobile est conçue pour choisir une onde radio de communication d'une station fixe particulière parmi des ondes radio de communication envoyées par ladite pluralité de stations fixes en déterminant les moments de réception de station mobile pour recevoir et traiter l'onde radio de communication de la station fixe particu-
25 lière, et pour choisir une station fixe particulière dans ladite pluralité de stations fixes en commandant les moments de transmission de station mobile pour qu'ils soient synchronisés avec un moment de réception déterminé par ladite station fixe particulière pour transmettre
30 et traiter une onde radio de communication de station mobile.

5. Système de télécommunications à synchronisation temporelle selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend une station fixe principale qui est conçue pour transmettre une onde radio synchronisée avec une référence de temps commune dans ledit système
35 de télécommunications.

6. Système de télécommunications à synchronisation temporelle selon la revendication 4, caractérisé en ce que la distance station fixe-station mobile est calculée sur la base du temps de propagation d'une onde radio de mesure de distance envoyée par un satellite GPS.

5 7. Système de télécommunications à synchronisation temporelle, comprenant une pluralité de stations mobiles, une pluralité de stations relais et une pluralité de stations fixes, servant à effectuer un étalement du spectre et un étalement inverse du spectre sur des ondes
10 radio de communication pour réaliser une communication bidirectionnelle entre lesdites stations mobiles et lesdites stations fixes par l'intermédiaire desdites stations relais, caractérisé :
en ce que chaque station fixe comprend :

- un moyen de mesure de distance/synchronisation et maintien
15 de référence de temps, destiné à recevoir des ondes radio de mesure de distance provenant de ladite pluralité de stations relais afin de mesurer une distance station relais-station fixe et à synchroniser une référence de temps locale avec une référence de temps commune dans ledit système de télécommunications,

- un moyen de réception/traitement, destiné à ne réaliser un
20 étalement inverse du spectre que sur une onde radio dont le spectre est étalé et qui est synchronisée avec une date de début d'une opération de réception/traitement déterminée sur la base de la référence de temps commune, c'est-à-dire un moment de réception de station fixe pour effectuer l'opération de réception/traitement, et

25 - un moyen de traitement/transmission, destiné à envoyer auxdites stations mobiles, par l'intermédiaire desdites stations relais, une onde radio à spectre étalée, obtenue par superposition d'une donnée de commande du circuit de station fixe telle qu'une position de station fixe, un moment de transmission de station fixe ou le moment
30 de réception de la station fixe, qui est nécessaire pour déterminer un moment de transmission de station mobile du côté de la station mobile, et d'une information générale fournie desdites stations fixes auxdites stations mobiles,

en ce que chaque station mobile comprend :

35 - un moyen de mesure de distance/synchronisation et maintien

de référence de temps, destiné à recevoir les ondes radio de mesure de distance provenant de ladite pluralité de stations relais afin de mesurer une distance station relais-station mobile, et à synchroniser une référence de temps locale avec la référence de temps commune,

5 - un moyen de réception/traitement, destiné à ne recevoir et ne traiter qu'une onde radio dont le spectre est étalé et qui est synchronisée avec un moment de réception de station mobile déterminé sur la base du temps de propagation d'une onde radio entre ladite station mobile et ladite station fixe, calculé à partir d'une distance
10 station fixe-station relais et d'une distance station relais-station mobile qui correspondent à une station relais choisie comme moyen de relais, et du moment de transmission de station fixe contenu dans les données de commande du circuit de station fixe d'une station fixe choisie comme récepteur de destination, et

15 - un moyen de traitement/transmission, destiné à envoyer une onde radio à spectre étalé qui est synchronisée avec un moment de transmission de station mobile déterminé sur la base d'un temps de propagation d'onde radio entre ladite station mobile et ladite station fixe et du moment de réception de station fixe contenu dans les
20 données de commande du circuit de station fixe d'une station fixe choisie comme émetteur particulier,
en ce que chaque station relais comprend :

 - un moyen de relaying, destiné à recevoir une onde radio à spectre étalé provenant d'une station fixe ou mobile non spécifiée pour
25 transmettre ladite onde radio à spectre étalé à ladite station mobile ou fixe non spécifiée,

 - un moyen de synchronisation et maintien d'une référence de temps, servant à synchroniser avec précision la référence de temps locale avec la référence de temps commune afin de maintenir la réfé-
30 rence de temps locale, et

 - un moyen de traitement/transmission d'onde radio de mesure de distance, servant à envoyer une onde radio de mesure de distance en synchronisme avec la référence de temps locale et à notifier des données d'orbite de station relais nécessaires pour calculer des posi-
35 tions locales aux instants respectifs,

en ce que chaque station mobile est conçue pour choisir une onde radio de communication d'une station fixe particulière parmi des ondes radio de communication envoyées par ladite pluralité de stations fixes en déterminant les moments de réception de station mobile pour recevoir et traiter l'onde radio de communication de la station fixe particulière, et pour choisir une station relais particulière et une station fixe particulière dans ladite pluralité de stations relais et dans ladite pluralité de stations fixes en commandant les moments de transmission de station mobile pour qu'ils soient synchronisés avec un moment de réception déterminé par ladite station fixe particulière pour transmettre et traiter une onde radio de communication de station mobile, et en ce que toutes les stations fixes et toutes les stations mobiles sont conçues pour mesurer les instants d'arrivée d'ondes radio de mesure de distance envoyées depuis un satellite GPS et depuis lesdits stations relais, ou depuis les seules stations relais, pour effectuer une mesure de position et/ou une synchronisation temporelle indépendantes.

8. Système de télécommunications à synchronisation temporelle selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend une station fixe principale qui est conçue pour envoyer une onde radio synchronisée avec une référence de temps commune dans ledit système de télécommunications.

FIG. 1

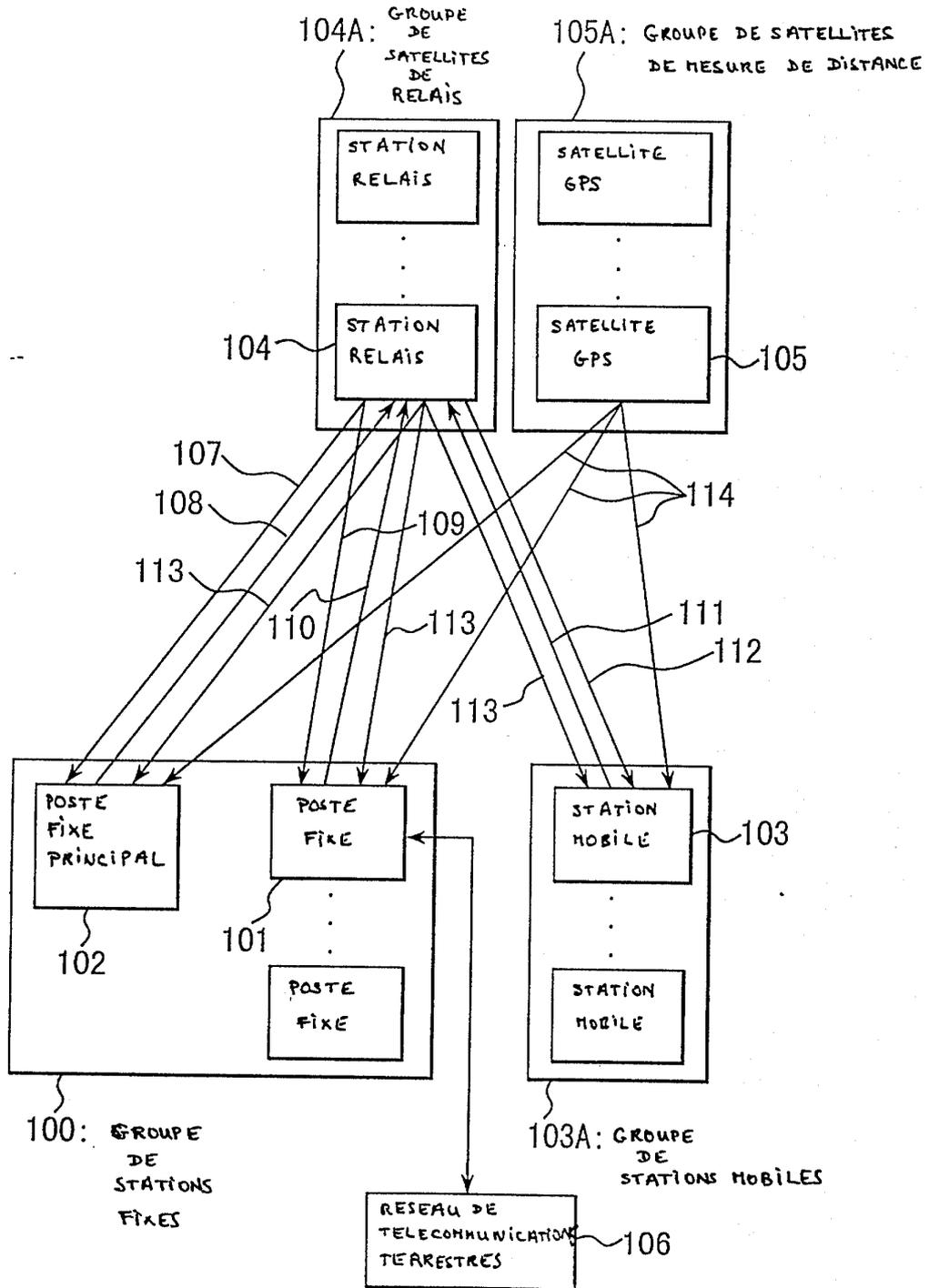


FIG. 2

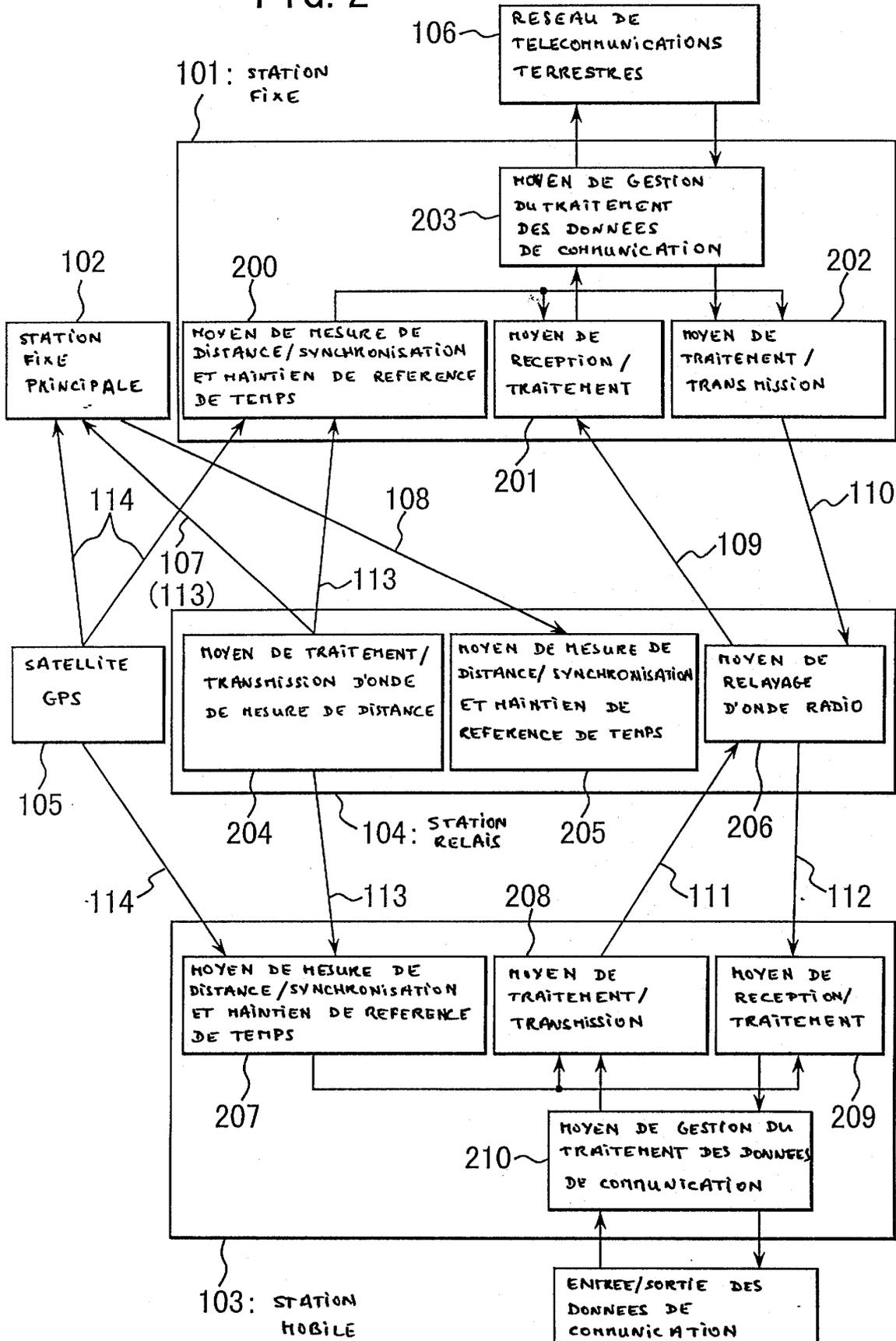


FIG. 3

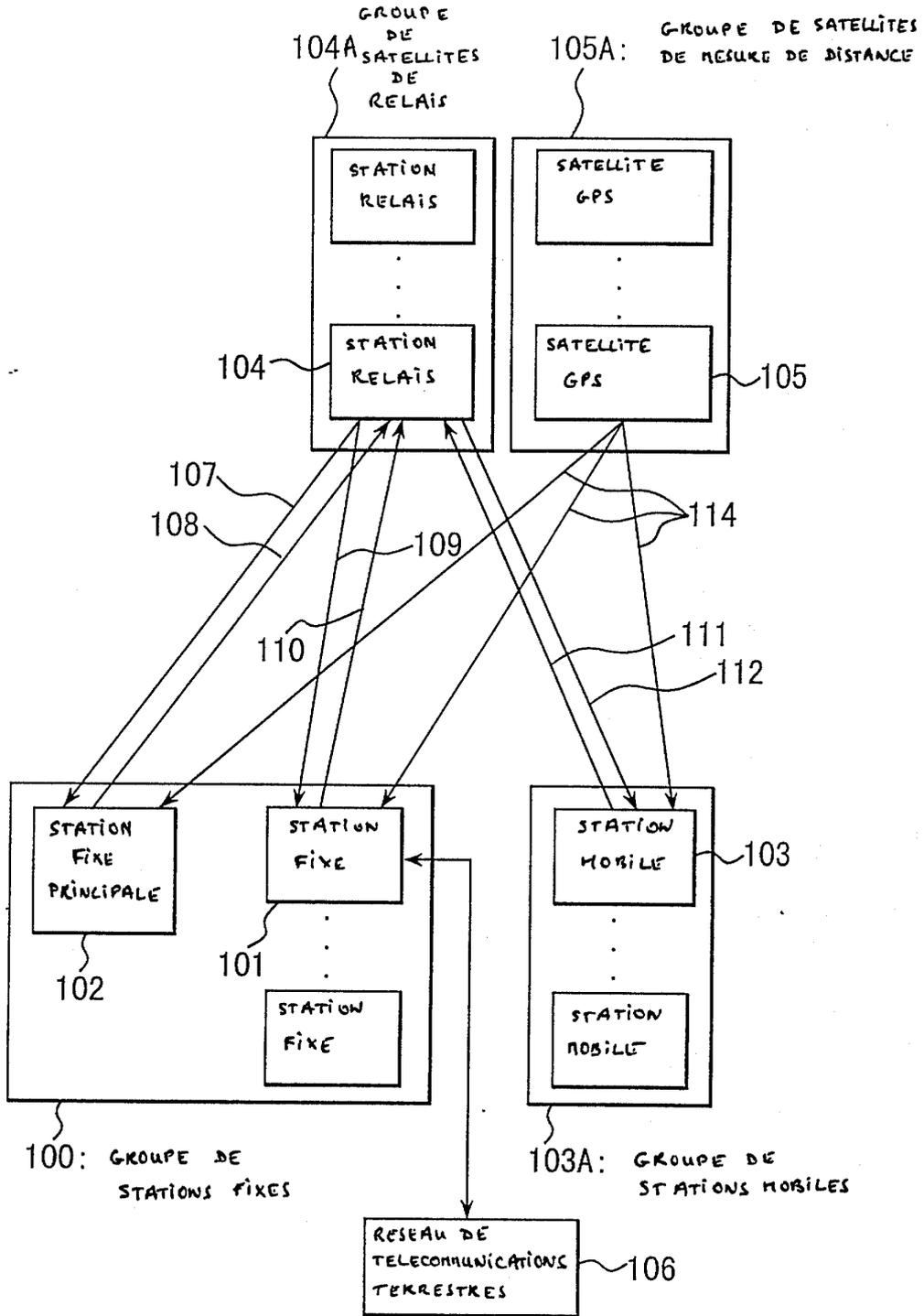


FIG. 4

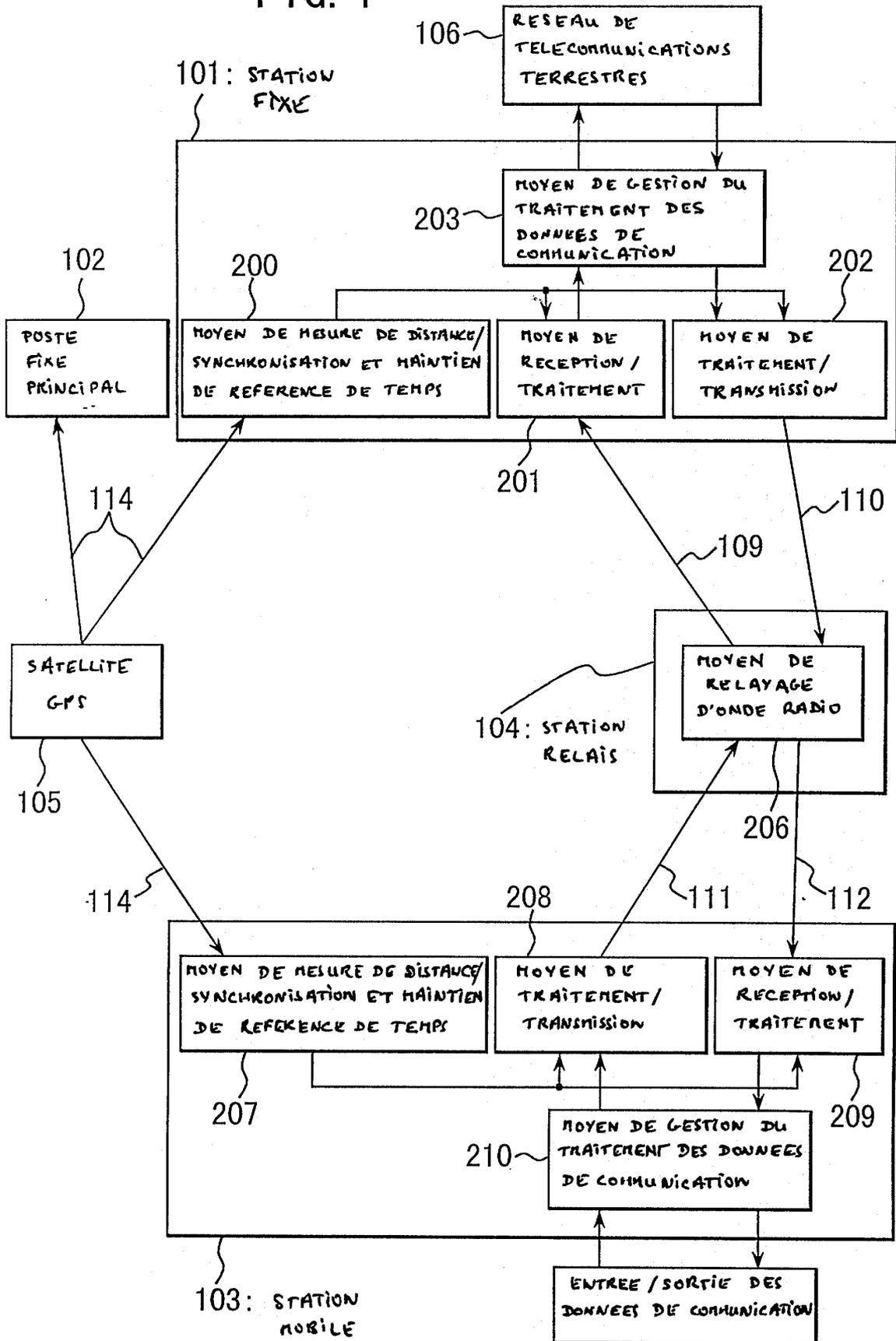


FIG. 5

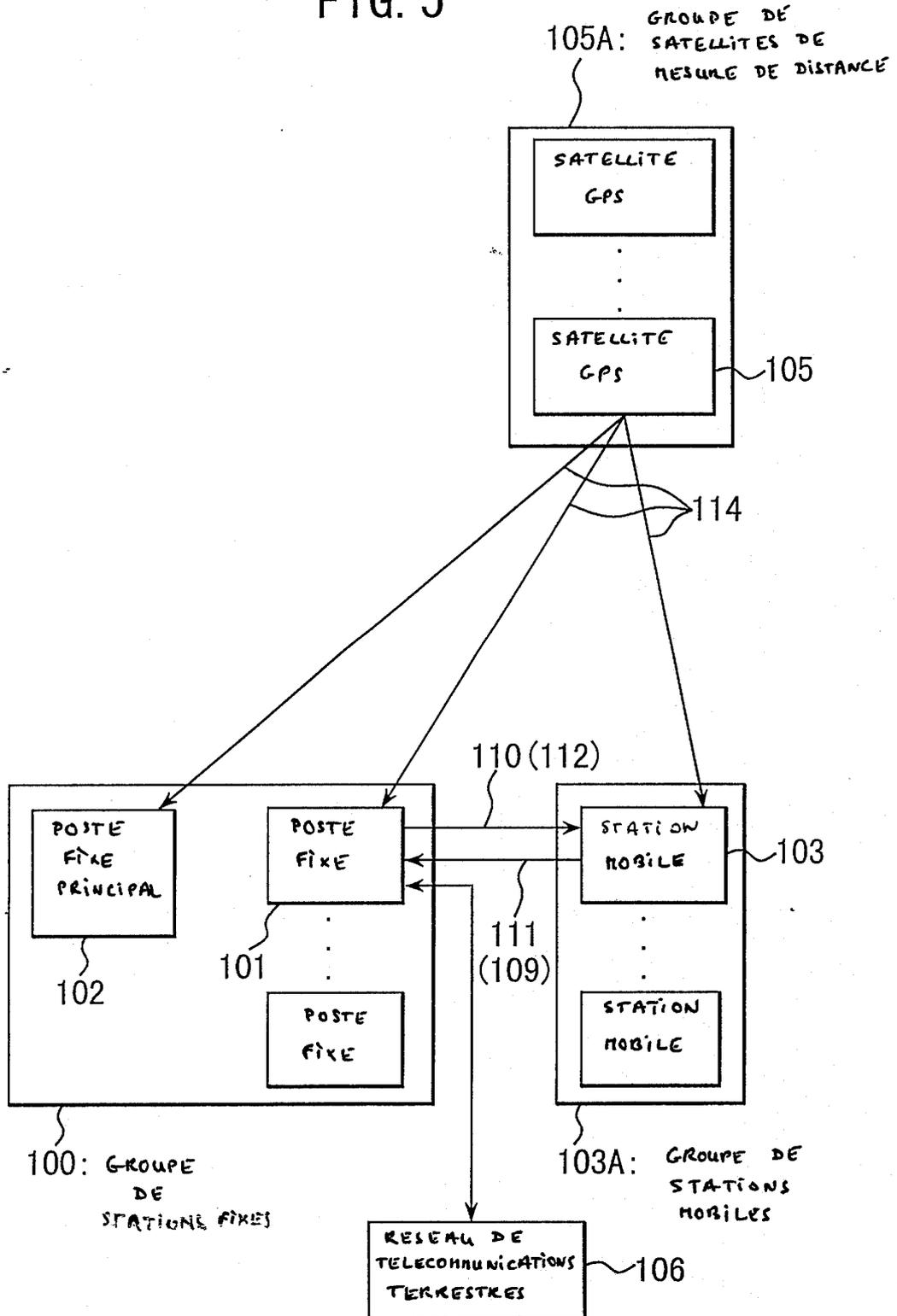


FIG. 6

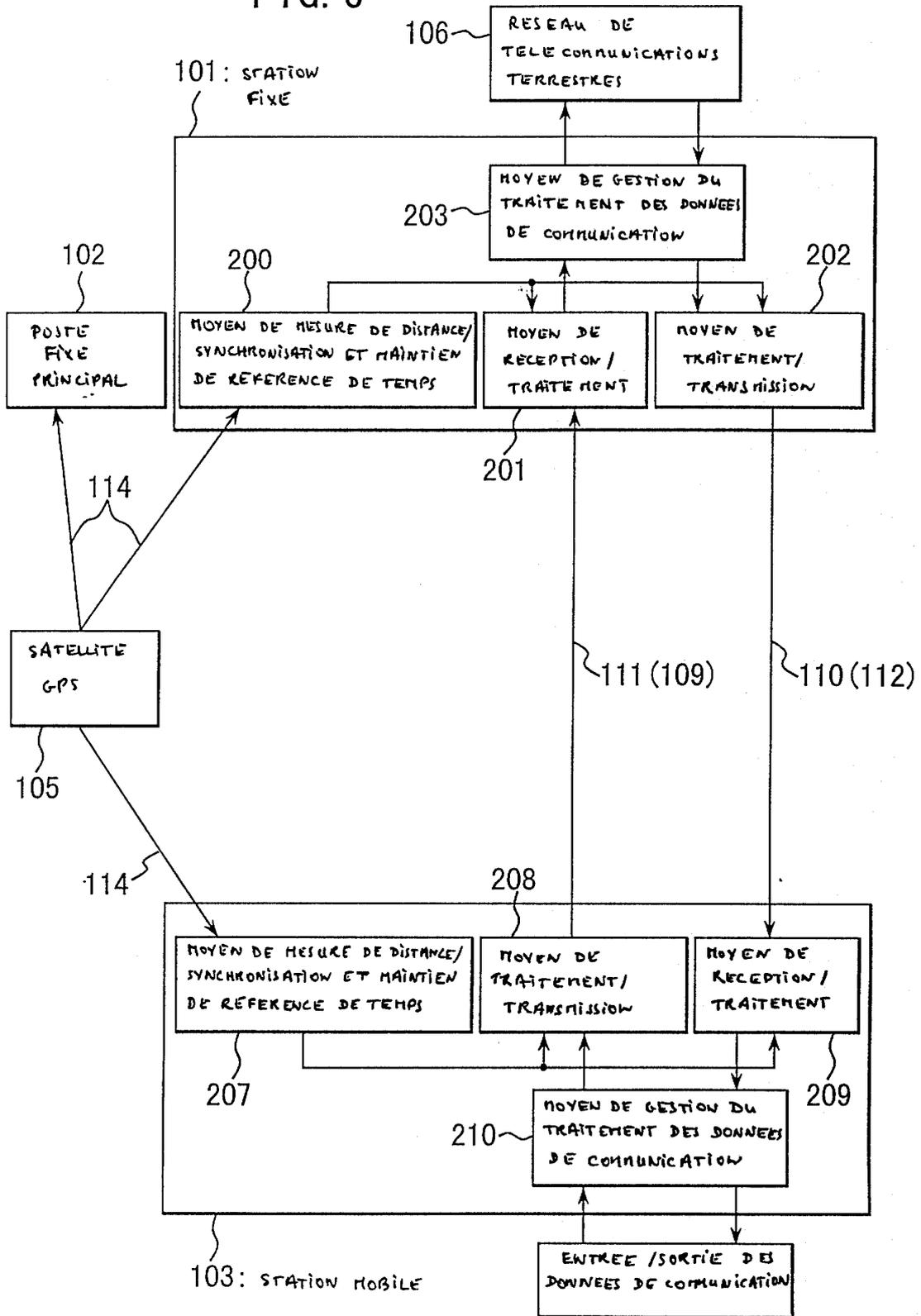


FIG. 7

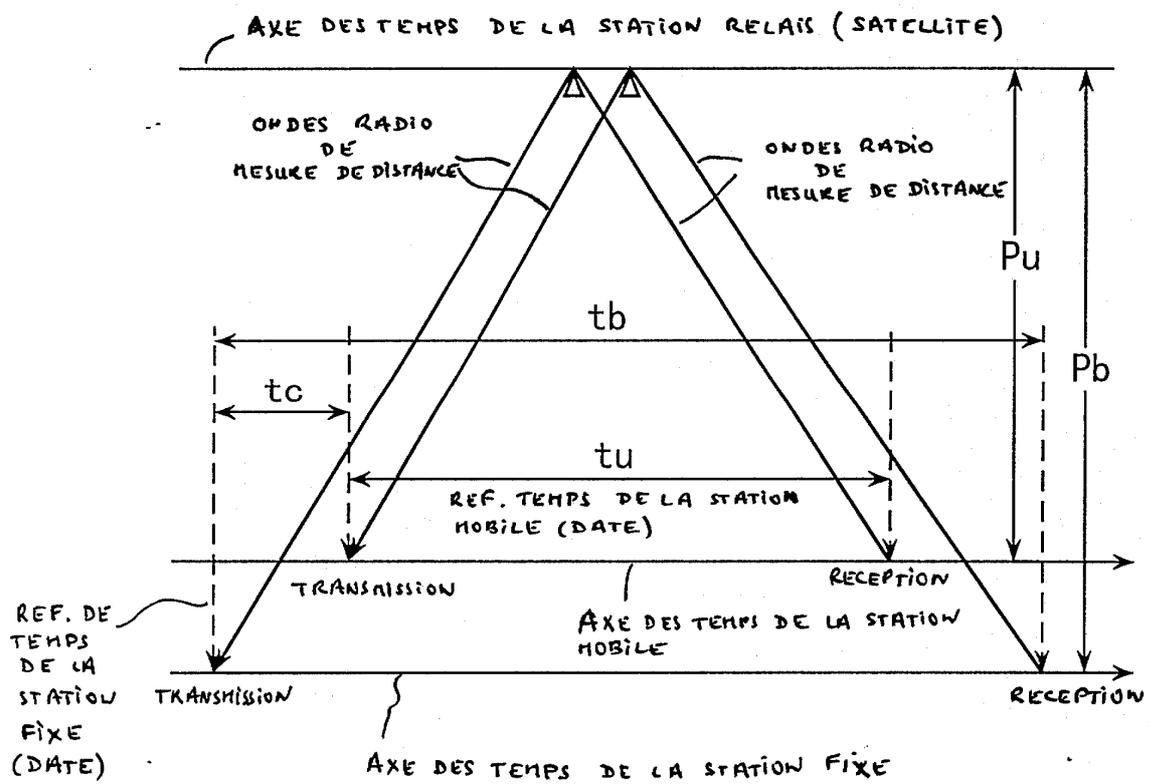


FIG. 8

