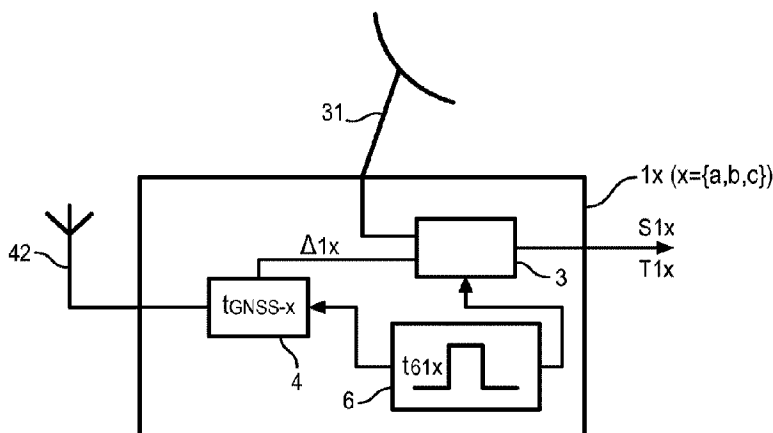




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2016/04/27  
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2016/11/03  
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2023/05/23  
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2017/10/20  
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: EP 2016/059340  
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2016/174054  
(30) Priorité/Priority: 2015/04/27 (FR1553761)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *G04R 20/00* (2013.01),  
*G01S 19/07* (2010.01), *G01S 19/28* (2010.01),  
*G04R 20/02* (2013.01), *H04B 7/02* (2018.01)  
(72) Inventeurs/Inventors:  
GUILLOT, BAPTISTE, FR;  
SAFFRE, FREDERIC, FR;  
PICARD, YANN, FR  
(73) Propriétaire/Owner:  
SAFRAN DATA SYSTEMS, FR  
(74) Agent: LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) Titre : SYSTEME DE TRAITEMENT DE SIGNAUX ISSUS D'UN EMETTEUR A DES FINS DE DATATION DE  
SIGNAUX ET DE LOCALISATION DE L'EMETTEUR ET STATION DE RECEPTION ASSOCIE  
(54) Title: SYSTEM FOR PROCESSING SIGNALS FROM AN EMITTER FOR THE PURPOSE OF DATING THE  
SIGNALS AND LOCATING THE EMITTER, AND ASSOCIATED RECEIVING STATION



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne une station de réception (1x) d'un système de traitement de signaux issus d'un émetteur comprenant : un premier récepteur (3) configuré pour acquérir des signaux issus de l'émetteur; un second récepteur (4) configuré pour acquérir des signaux issus d'un système de positionnement par satellites; la station étant caractérisée en ce que le premier récepteur (3) et le second récepteur (4) sont cadencés par une même horloge (6) locale générant une base de temps locale, les signaux acquis étant datés par ladite base de temps.

## (12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
3 novembre 2016 (03.11.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2016/174054 A1**(51) Classification internationale des brevets :  
G01S 5/06 (2006.01) G01S 5/02 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2016/059340(22) Date de dépôt international :  
27 avril 2016 (27.04.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1553761 27 avril 2015 (27.04.2015) FR

(71) Déposant : ZODIAC DATA SYSTEMS [FR/FR]; 3 Avenue Du Canada ZA Courtaboeuf, 91940 Les Ulis (FR).

(72) Inventeurs : GUILLOT, Baptiste; 6, rue des Dentellières, 14680 Fresney Le Puceux (FR). SAFFRE, Frédéric; 44, rue des Canadiens, 14320 Saint Andre Sur Orne (FR). PICARD, Yann; 22, rue du Vaugueux Fond de cour gauche, 14000 Caen (FR).

(74) Mandataire : REGIMBEAU; 20, rue de Chazelles, 75847 Paris Cedex 17 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,

AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

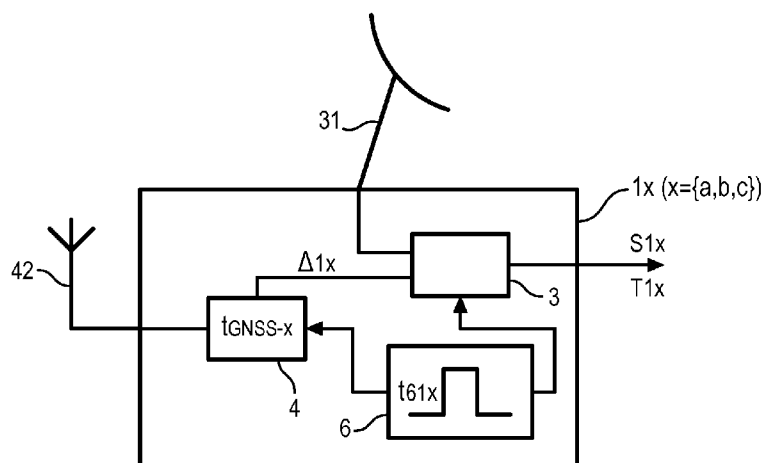
Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

(54) Title : SYSTEM FOR PROCESSING SIGNALS FROM AN EMITTER FOR THE PURPOSE OF DATING THE SIGNALS AND LOCATING THE EMITTER, AND ASSOCIATED RECEIVING STATION

(54) Titre : SYSTEME DE TRAITEMENT DE SIGNAUX ISSUS D'UN EMETTEUR A DES FINS DE DATATION DE SIGNAUX ET DE LOCALISATION DE L'EMETTEUR ET STATION DE RÉCEPTION ASSOCIÉ

FIG. 2



(57) Abstract : The invention relates to a receiving station (1x) of a system for processing signals originating from an emitter, comprising: a first receiver (3) configured to acquire signals from the emitter; and a second receiver (4) configured to acquire signals from a satellite navigation system. The station is characterised in that the first receiver (3) and the second receiver (4) are synchronised by the same local clock (6) generating a local time base, the acquired signals being dated by said time base.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/174054 A1

**WO 2016/174054 A1**

---

L'invention concerne une station de réception (1x) d'un système de traitement de signaux issus d'un émetteur comprenant : un premier récepteur (3) configuré pour acquérir des signaux issus de l'émetteur; un second récepteur (4) configuré pour acquérir des signaux issus d'un système de positionnement par satellites; la station étant caractérisée en ce que le premier récepteur (3) et le second récepteur (4) sont cadencés par une même horloge (6) locale générant une base de temps locale, les signaux acquis étant datés par ladite base de temps.

SYSTEME DE TRAITEMENT DE SIGNAUX ISSUS D'UN EMETTEUR A DES FINS  
DE DATATION DE SIGNAUX ET DE LOCALISATION DE L'EMETTEUR ET  
STATION DE RÉCEPTION ASSOCIÉ

---

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

5 L'invention concerne la synchronisation temporelle fine de systèmes de réception de signaux géographiquement distants. En particulier l'invention s'applique au domaine de la localisation d'un émetteur et concerne plus spécifiquement un système de traitement des signaux issus d'un émetteur en vue de dater finement ces signaux pour localiser ledit émetteur. L'invention peut s'appliquer de manière non limitative à des applications tels que la  
10 goniométrie, la radiogoniométrie (en anglais « *direction finding* »), ou les systèmes des réceptions de signaux de télécommunications dotés d'antennes multiples (MIMO « *Multiple-Input Multiple-Output* », ou encore SIMO « *Single-Input Multiple-Output* ») qui cherchent à exploiter une pluralité de capteurs pour augmenter la qualité de réception des signaux.

Plus généralement, l'invention concerne les systèmes dotés d'une pluralité de  
15 capteurs et dédiés à la réception, l'analyse et l'exploitation de signaux, utilisant à cet effet la diversité des propriétés d'un même signal tel que perçu en des endroits géographiquement différents. En particulier, de tels systèmes contiennent un sous-système de traitement des signaux permettant de dater finement ces signaux afin de pouvoir exploiter de manière adéquate la diversité de propriétés sus-nommées.

20

ETAT DE LA TECHNIQUE

Pour localiser précisément à distance un objet émettant ou renvoyant un signal, une des principales méthodes utilisées nécessite de mesurer finement l'écart de date de réception d'une même portion de ce signal reçue en plusieurs emplacements.

25 Afin de mesurer les TDOA (en anglais, « *Time Difference of Arrival* ») et FDOA (en anglais, « *Frequency Difference of Arrival* »), ces portions de signaux datées sont transmises puis comparées par corrélation en temps et fréquence dans une unité de traitement commune. Une technique de datation fine, connue, consiste à recevoir les signaux issus de l'objet à localiser avec un système de réception synchronisé par un récepteur des signaux  
30 d'un système de positionnement par satellites dit « GNSS » (en anglais, « *Global Navigation Satellite System* ») comme par exemple GPS, Glonass, Galiléo ou Beidou. Ces récepteurs de signaux d'un système de positionnement par satellites transmettent leur base de temps. Cette base de temps synchronisée sur les signaux d'un système de positionnement par satellites est transmise aux autres récepteurs de signaux qui à leur tour l'utilisent pour dater  
35 les enregistrements des signaux d'intérêt.

Cette technique intègre plusieurs erreurs dans la transmission de la base de temps qui provoquent une erreur de datation absolue.

#### PRESENTATION DE L'INVENTION

- 5 L'invention permet d'améliorer la précision de datation de signaux reçus en plusieurs emplacements.

L'invention permet avantageusement de localiser un émetteur grâce à des enregistrements de signaux, issus de cet émetteur, effectués en des emplacements multiples.

- 10 En effet, les erreurs de datation sont en général indépendantes les unes des autres et ne peuvent en particulier pas se compenser dans les cas d'une synchronisation différentielle (*i.e.*, dans le cas où c'est l'écart de datation qui est primordial, notamment pour les applications de localisation d'un émetteur).

- Selon un premier aspect, l'invention concerne une station de réception d'un système  
15 de traitement de signaux issus d'un émetteur comprenant un premier récepteur configuré pour acquérir des signaux issus de l'émetteur ; un second récepteur configuré pour acquérir des signaux issus d'un système de positionnement par satellites ; la station étant caractérisée en ce que le premier récepteur et le second récepteur sont cadencés par une même horloge locale générant une base de temps locale, les signaux acquis étant datés par  
20 ladite base de temps.

La station de réception, selon le premier aspect de l'invention, est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement possible :

- Le second récepteur est en outre configuré pour démoduler des signaux issus du  
25 système de positionnement par satellites afin d'en extraire la base de temps absolue pour ensuite déterminer la différence entre celle-ci et chaque base de temps locale afin de resynchroniser par rapport à ladite base de temps absolue les signaux issus de l'émetteur.

- Le premier récepteur est configuré pour, à partir de la différence entre la base de temps absolue et la base de temps locale, dater les signaux issus de l'émetteur par rapport à  
30 la base de temps absolue.

Le premier récepteur est configuré pour acquérir des portions des signaux issus de l'émetteur durant une période prédéfinie dans la base de temps absolue et pour les transmettre à une station de traitement, accompagnées des datations ou des différences de datation desdites portions dans les bases de temps locale et absolue.

Le système de positionnement par satellites comprenant au moins une constellation de satellite, chaque constellation comprenant une pluralité de satellites le second récepteur est configuré pour sélectionner, selon un mode autonome ou supervisé, au moins un satellite parmi la pluralité de satellite d'une des constellations constitutive du système de positionnement par satellites, les signaux acquis par le second récepteur étant issus du ou des satellites sélectionnés.

La sélection consiste à sélectionner, selon un mode autonome, au moins un satellite ayant une élévation supérieure à une valeur seuil, d'une constellation vue.

Le second récepteur est configuré pour générer un indicateur de qualité de réception des signaux issus d'un satellite d'une constellation vue, la sélection, selon un mode autonome, consistant à sélectionner au moins un satellite pour lequel l'indicateur de qualité est supérieur à une valeur seuil.

Le second récepteur est configuré pour recevoir, selon un mode supervisé, une information relative à la sélection d'un satellite provenant d'une station de traitement.

Le second récepteur est configuré pour générer un indicateur de qualité des signaux issus d'un ou plusieurs satellite(s) d'une constellation vue, l'indicateur de qualité étant transmis à la station de traitement, l'information relative à la sélection d'un ou plusieurs satellites étant déterminée à partir de cet indicateur de qualité.

Selon un second aspect, l'invention concerne un système de traitement de signaux issus d'un émetteur comprenant : au moins deux stations de réception selon le premier aspect de l'invention et une station de traitement configurée pour traiter des signaux transmis et datés par les stations de réception.

Le système de traitement selon le second aspect de l'invention est avantageusement complété par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement possible :

La station de traitement comprend une unité de traitement configurée pour calculer des écarts de réception en temps et/ou fréquence entre des portions de signaux identiques issus de l'émetteur.

L'unité de traitement est en outre configurée pour, à partir des écarts de réception calculés, déterminer une localisation de l'émetteur dont sont issus les signaux acquis.

Le second récepteur de chacune des stations de réception est configuré pour sélectionner, selon un mode autonome, au moins un satellite, en visibilité de chacune des stations selon une élévation supérieure à une valeur seuil.

La station de traitement est une des stations de réception.

### PRESENTATION DES FIGURES

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- 5           - la figure 1 illustre un système de traitement de signaux distants issus d'un même émetteur ;
  - la figure 2 illustre une station de réception d'un système de traitement de signaux distants issus d'un émetteur selon l'invention ;
  - la figure 3 illustre une station de réception d'un système de traitement de
  - 10           signaux distants issus d'un émetteur selon une solution conventionnelle ;
- Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références identiques.

### DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

En relation avec **la figure 1**, un système de traitement de signaux issus d'un émetteur 2

15 comprend au moins deux stations de réception configurées pour acquérir d'une part des signaux issus de l'émetteur 2 et d'autre part des signaux issus d'un ou de plusieurs systèmes

5 de positionnement par satellites dit « GNSS » (par exemple GPS, Glonass ou Galiléo). Sur la figure 1, on a représenté trois stations distantes 1a, 1b, 1c. L'émetteur 2 est typiquement un satellite que l'on souhaite localiser mais cela peut être un aéronef ou un émetteur

20 terrestre tel qu'un terminal mobile.

Le système de traitement comprend en outre une station 7 de traitement configurée pour recevoir des signaux  $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ,  $S_{1c}$  et leur date respective  $T_{1a}$ ,  $T_{1b}$ ,  $T_{1c}$  issus des stations de réception 1a, 1b, 1c. La station 7 de traitement permet notamment de localiser l'émetteur 2. D'autres applications nécessitant une synchronisation sont possibles.

25 De manière avantageuse, la station 7 de traitement peut être incluse dans une des stations de réception 1a, 1b, 1c.

En relation avec la **figure 2**, chaque station de réception 1x (x=a ou b ou c) comprend un premier récepteur 3 configuré pour acquérir des signaux issus de l'émetteur 2 et un second récepteur 4 configuré pour acquérir des signaux issus du système 5 de

30 positionnement par satellites (ci-après signaux GNSS).

Le premier récepteur 3 est connecté à une première antenne 31 et le second récepteur 4 est connecté à une seconde antenne 42. Les premier et second récepteurs 3, 4 peuvent avantageusement être situés dans un même boîtier assurant les fonctions respectives des récepteurs 3, 4.

Le premier récepteur 3 et le second récepteur 4 de chacune des stations de réception 1x sont cadencés et datés par une même horloge locale 6x générée localement dans chacune des stations de réception 1x. On note en outre que les horloges locales 6x de chaque station de réception 1x ne sont pas synchronisées entre elles.

5 On précise ici que l'on entend par « horloge locale » une unité qui permet de déclencher et de cadencer l'échantillonnage des acquisitions par les premier et second récepteurs 3, 4 et qui fournit une datation (référence de temps) commune des échantillons constitutifs de leurs acquisitions respectives. L'acquisition simultanée des signaux GNSS et des signaux de l'émetteur 2 permet, au niveau de chaque station de réception 1a, 1b, 1c de  
10 dater précisément chaque signal issu l'émetteur 2.

Tous les satellites d'un système GNSS sont synchronisés entre eux par une base de temps GNSS commune,  $t_{\text{GNSS}}$  (dite base de temps absolue).

Le premier récepteur 3 de chacune des stations de réception 1x est configuré pour réaliser l'acquisition des signaux  $S_{1x}$  ( $x=a$  ou  $b$  ou  $c$ ) issus de l'émetteur 2 de manière  
15 cadencée et datée par la base de temps  $t_{61x}$  ( $x=a$  ou  $b$  ou  $c$ ) fournies par l'horloge locale 6.

Le second récepteur 4 de chacune des stations de réception 1x est configuré pour traiter les signaux GNSS afin de reconstituer localement, grâce à un traitement et une démodulation des signaux GNSS, la base de temps absolue reconstituée  $t_{\text{GNSS-}x}$  ( $x=a$  ou  $b$  ou  $c$ ). Par ailleurs, en étant cadencé par l'horloge locale 6x, le second récepteur est configuré  
20 pour déterminer en permanence une valeur  $\Delta_{1x}$  ( $x=a$  ou  $b$  ou  $c$ ) de l'écart de temps entre la base de temps locale  $t_{61x}$  générée par l'horloge locale 6 et la base de temps GNSS reconstituée  $t_{\text{GNSS-}x}$ .

En ajoutant le signal de différence d'horloge  $\Delta_{1a}$ ,  $\Delta_{1b}$ ,  $\Delta_{1c}$ , la station de réception 1a, 1b, 1c peut convertir tout signal  $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ,  $S_{1c}$  daté selon la base de temps local  $t_{61a}$ ,  $t_{61b}$ ,  $t_{61c}$  en  
25 signal  $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ,  $S_{1c}$  daté selon la base de temps GNSS reconstituée  $t_{\text{GNSS-a}}$ ,  $t_{\text{GNSS-b}}$ ,  $t_{\text{GNSS-c}}$  du système GNSS avec une date  $T_{1a}$ ,  $T_{1b}$ ,  $T_{1c}$ . Les signaux sont donc datés selon la base de temps  $t_{\text{GNSS}}$  avec une précision réduite à l'erreur de reconstruction effectuée lors de la génération des bases de temps  $t_{\text{GNSS-a}}$ ,  $t_{\text{GNSS-b}}$ ,  $t_{\text{GNSS-c}}$ , qui est minimale, ce qui permet d'affirmer que les stations de réception 1a, 1b, 1c du système de traitement sont  
30 synchronisées en temps et fréquence.

Chaque station de réception 1a, 1b, 1c transmet à la station de traitement 7 les signaux  $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ,  $S_{1c}$ , issus de l'émetteur 2 ainsi que leur date reconstituée dans la base de temps  $t_{\text{GNSS}}$   $T_{1a}$ ,  $T_{1b}$ ,  $T_{1c}$ .

Ainsi, contrairement à un système traditionnel, le second récepteur 4 ne reconstruit  
35 pas une horloge de référence locale synchronisée à la base de temps GNSS mais calcule un



écart de temps permettant de convertir l'horloge locale  $t_{61a}$ ,  $t_{61b}$ ,  $t_{61c}$ , commune aux récepteurs 3 et 4, en base de temps GNSS absolu  $t_{GNSS-a}$ ,  $t_{GNSS-b}$ ,  $t_{GNSS-c}$ .

Dans une architecture conventionnelle cette horloge reconstituée serait utilisée pour cadencer le premier récepteur 3. Ainsi, dans ce type d'architecture conventionnelle la  
 5 synthèse de l'horloge ainsi que son transfert sont des sources importantes d'erreur de synchronisation qui viennent s'ajouter à la précision de reconstitution de la base de temps absolu  $t_{GNSS-a}$ ,  $t_{GNSS-b}$ ,  $t_{GNSS-b}$  par le récepteur 4. La **figure 3** illustre une architecture conventionnelle selon laquelle chaque récepteur 3, 4 possède sa propre horloge  $h3$ ,  $h4$ .

L'utilisation de deux récepteurs 3 et 4 identiques cadencés par la même horloge  
 10 locale 6 permet en revanche de réduire l'erreur de synchronisation entre les premier et second récepteurs 3, 4 à la gigue intrinsèque des convertisseurs analogique-numériques, celle-ci étant très inférieure à celle imposée par un changement de domaine d'horloge qui nécessite la régénération d'un signal d'horloge à partir du traitement des signaux GNSS puis son transfert d'un récepteur à un autre. La précision de synchronisation du récepteur 3 par  
 15 rapport à la base de temps absolu  $t_{GNSS}$  est donc essentiellement réduite à la précision de reconstitution de la base de temps absolu  $t_{GNSS-a}$ ,  $t_{GNSS-b}$ ,  $t_{GNSS-b}$  par le récepteur 4.

En revenant à la figure 1, la station 7 de traitement comprend une unité 8 de traitement configurée pour comparer tous les signaux  $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ,  $S_{1c}$  issus de l'émetteur 2 et datés par  $T_{1a}$ ,  $T_{1b}$ ,  $T_{1c}$  pour ensuite déterminer un décalage temporel  $\Delta t1$ ,  $\Delta t2$  entre deux  
 20 portions identiques de signal  $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ,  $S_{1c}$  entre deux acquisitions différentes.

Ces décalages temporels sont donc les TDOA, écarts de date de réception d'un même signal émis par l'émetteur 2 reçu par deux stations géographiquement distinctes.

Les TDOA tels que mesurés entre les stations 1a et 1b sont exactement la différence des temps de propagation mis par le signal émis par l'émetteur 2 pour atteindre la station 1a et pour atteindre la station 1b, temps de propagation qui sont exactement déterminés par  
 25 les modèles physiques connus de déplacement de l'émetteur 2 et de propagation des signaux en provenance de l'émetteur et à destination des stations de réception 1a et 1b, ainsi que des positions géographiques connues très précisément des stations de réception et de la position de l'émetteur 2 à la date d'émission du signal qui elle demeure l'inconnue à  
 30 déterminer.

En utilisant les coordonnées géographiques précises des stations, les TDOA obtenus depuis au minimum deux paires de stations et pendant une certaine durée de mesure, un modèle de déplacement de l'émetteur 2 ainsi qu'un modèle de propagation des signaux dans le médium séparant l'émetteur 2 des stations de réception, il est alors possible de localiser  
 35 l'émetteur 2 de manière précise et de déterminer sa trajectoire.

Comme indiqué précédemment les bases de temps absolues reconstituées  $t_{\text{GNSS-a}}$ ,  $t_{\text{GNSS-b}}$ ,  $t_{\text{GNSS-c}}$  sont considérées identiques. Toutefois, une erreur de synchronisation absolue peut subvenir. Cette erreur de synchronisation est ramenée à une erreur de gigue  $\text{ErrGigue}_x$  ( $x=a$  ou  $b$  ou  $c$ ) (qui est une erreur de différence de transfert du temps  $T_{61a}$  aux premier et  
 5 au second récepteurs 3,4) et à l'erreur de reconstruction ( $t_{\text{GNSS}_x} - t_{\text{GNSS}}$ ).

Ainsi, si l'on s'intéresse à la précision de synchronisation différentielle Delta T entre deux stations de réception 1a1b par exemple on obtient :

$$\begin{aligned} \text{Delta T} &= (t_{\text{GNSS}_a} + \text{ErrGigue}_a) - (t_{\text{GNSS}_b} + \text{ErrGigue}_b) \\ &= ((t_{\text{GNSS}_a} - t_{\text{GNSS}}) - (t_{\text{GNSS}_b} - t_{\text{GNSS}}) + (\text{ErrGigue}_a - \text{ErrGigue}_b)) \\ 10 \quad &= (\text{ErrRecGNSS}_a - \text{ErrRecGNSS}_b) + (\text{ErrGigue}_a - \text{ErrGigue}_b) \end{aligned}$$

où  $\text{ErrRecGNSS}_a$  est le signal erreur de reconstruction du temps GNSS dans le récepteur 3 de la station 1a.

Comme les erreurs liées à la gigue peuvent être ramenées à des niveaux très faibles en comparaison des erreurs de reconstruction, le terme prépondérant de l'erreur de  
 15 synchronisation est la différence d'erreur de reconstruction  $t_{\text{GNSS}_a} - t_{\text{GNSS}}$ .

Dans une mise en œuvre de l'invention, la différence d'erreur de reconstruction du temps GNSS est réduite en imposant au second récepteur 4 de chaque station de réception de ne prendre en compte qu'une sélection spécifique d'un ou plusieurs satellites parmi une (ou plusieurs) constellation GNSS. Cette sélection peut changer au cours du temps. Le  
 20 critère de sélection peut être automatiquement appliqué de manière autonome par chacune des stations.

Ce critère de sélection peut être de ne considérer que les N satellites de la constellation reçus avec l'élévation la plus élevée supérieure à une valeur minimum depuis l'ensemble des stations de réception.

25 Dans une autre mise en œuvre, le second récepteur 4 de signaux GNSS peut générer un indicateur de qualité de réceptions des signaux en provenance des différents satellites des constellations GNSS. Dans ces conditions, le critère de sélection des satellites utilisés pour la synchronisation n'est appliqué qu'à des satellites pour lesquels les indicateurs de qualité de réception sont supérieurs à une valeur seuil pour l'ensemble des stations de  
 30 réception. En particulier, si le critère de sélection est calculé de manière autonome par chaque station de réception, il peut être déterminé en utilisant des informations spécifiques du système global (coordonnées géographiques de chaque station par exemple), préalablement mise à disposition de chacune des stations.

Dans une autre mise en œuvre, la sélection des satellites à utiliser pour la  
 35 reconstruction du temps  $t_{\text{GNSS-a}}$ ,  $t_{\text{GNSS-b}}$ ,  $t_{\text{GNSS-c}}$  est effectuée par la station principale 7 qui en

informe chacune des stations. Cette sélection peut être effectuée a priori sur la base d'informations à la disposition de la station 7 (positions des stations de réception et éphémérides satellites de la ou des constellations GNSS utilisées) ou sur la base d'information mesurées par les différentes stations de réception. Enfin dans une dernière

5 mise en œuvre, le mode de sélection des satellites peut basculer d'un mode supervisé par la station 7 à un mode autonome, en particulier lors de rupture de connexion entre la station 7 et une ou plusieurs des stations de réception.

Enfin, dans le cas où plusieurs stations de réception sont impliquées dans la réception des signaux issus de l'émetteur, on veillera à ce que les satellites sélectionnées

10 soient les mêmes pour toutes les stations, le critère de sélection des satellites est dans ce cas le même pour toutes les stations.

## REVENDEICATIONS

1. Station de réception d'un système de traitement de signaux issus d'un émetteur (2) à localiser, la station de réception étant configurée pour acquérir d'une part des signaux issus de l'émetteur (2) à localiser et d'autre part des signaux issus d'au moins un système (5) de positionnement par satellites, comprenant :

une horloge locale (6) générant une base de temps locale ( $t_{6-1a}$ ,  $t_{6-1b}$ ,  $t_{6-1c}$ );

un premier récepteur (3) configuré pour acquérir des signaux issus d'un émetteur (2) à localiser ;

un second récepteur (4) configuré pour acquérir des signaux issus d'un système (5) de positionnement par satellites ;

la station étant caractérisée en ce que le premier récepteur (3) et le second récepteur (4) sont cadencés par l'horloge locale (6), les signaux acquis étant datés par ladite base de temps locale.

2. Station de réception selon la revendication 1, dans laquelle le second récepteur (4) est en outre configuré pour démoduler des signaux issus du système (5) de positionnement par satellites afin d'en extraire une base de temps absolue ( $t_{GNSS-a}$ ,  $t_{GNSS-b}$ ,  $t_{GNSS-c}$ ) pour ensuite déterminer une différence ( $\Delta 1a$ ,  $\Delta 1b$ ,  $\Delta 1c$ ) entre celle-ci et chaque base de temps locale ( $t_{6-1a}$ ,  $t_{6-1b}$ ,  $t_{6-1c}$ ) afin de resynchroniser par rapport à ladite base de temps absolue les signaux ( $S_{1a}$ ,  $S_{1b}$ ,  $S_{1c}$ ) issus de l'émetteur (2).

3. Station de réception selon la revendication 2, dans laquelle le premier récepteur (3) est configuré pour, à partir de la différence ( $\Delta 1a$ ,  $\Delta 1b$ ,  $\Delta 1c$ ) entre la base de temps absolue ( $t_{GNSS-a}$ ,  $t_{GNSS-b}$ ,  $t_{GNSS-c}$ ) et la base de temps locale, dater les signaux issus de l'émetteur par rapport à la base de temps absolue.

4. Station de réception selon la revendication 3, dans laquelle le premier récepteur (3) est configuré pour acquérir des portions des signaux issus de l'émetteur durant une période prédéfinie dans la base de temps absolue et pour les transmettre à une station de traitement (7), accompagnées des datations dans la base de temps absolue.

5. Station de réception selon la revendication 1, dans laquelle le système (5) de positionnement par satellites comprenant au moins une constellation de satellite, chaque constellation comprenant une pluralité de satellites, et dans laquelle le second récepteur (4) est configuré pour sélectionner, selon un mode autonome ou supervisé, au moins un satellite parmi au moins une des constellations comprises par le système (5) de positionnement par satellites, les signaux acquis par le second récepteur (4) étant issus des satellites sélectionnés.

6. Station de réception selon la revendication 5, dans laquelle la sélection consiste à sélectionner, selon un mode autonome, au moins un satellite ayant une élévation supérieure à une valeur seuil, d'une constellation vue.

7. Station de réception selon la revendication 5, dans laquelle le second récepteur (4) est configuré pour générer un indicateur de qualité de réception des signaux issus d'un ou plusieurs satellite(s) d'une constellation vue, la sélection, selon un mode autonome, consistant à sélectionner au moins un satellite pour lequel l'indicateur de qualité est supérieure à une valeur seuil.

8. Station de réception selon la revendication 5, dans laquelle le second récepteur (4) est configuré pour recevoir, selon un mode supervisé, une information relative à la sélection d'un ou plusieurs satellites provenant d'une station de traitement (7).

9. Station de réception selon la revendication 8, dans laquelle le second récepteur (4) est configuré pour générer un indicateur de qualité des signaux issus d'un ou plusieurs satellite(s) d'une constellation vue, l'indicateur de qualité étant transmis à la station de traitement (7), l'information relative à la sélection d'un ou plusieurs satellites étant déterminée à partir de cet indicateur de qualité.

10. Système de traitement de signaux issus d'un émetteur (2) à localiser, ledit système de traitement comprenant :

au moins deux stations de réception (1a, 1b, 1c) selon la revendication 1 ;

une station de traitement (7) configurée pour traiter des signaux transmis et datés par les stations de réception (1a, 1b, 1c).

11. Système de traitement selon la revendication 10, dans lequel le second récepteur de chacune des stations de réception est configuré pour sélectionner, selon un mode autonome, au moins un satellite, en visibilité de chacune des stations selon une élévation supérieure à une valeur seuil.

12. Système de traitement selon la revendication 10 ou 11, dans laquelle la station de traitement (7) comprend une unité de traitement (8) configurée pour calculer des écarts ( $\Delta t_1$ ) et/ou ( $\Delta f_1$ ) de réception en temps et/ou fréquence entre des portions de signaux identiques issus de l'émetteur entre lesdites au moins deux stations de réception.

13. Système de traitement selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, dans laquelle l'unité de traitement (8) est en outre configurée pour, à partir des écarts de réception calculés, déterminer une localisation de l'émetteur (2) dont sont issus les signaux acquis.

14. Système de traitement selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, dans lequel la station de traitement (7) est une desdites au moins deux stations de réception (1a, 1b, 1c).

FIG. 1

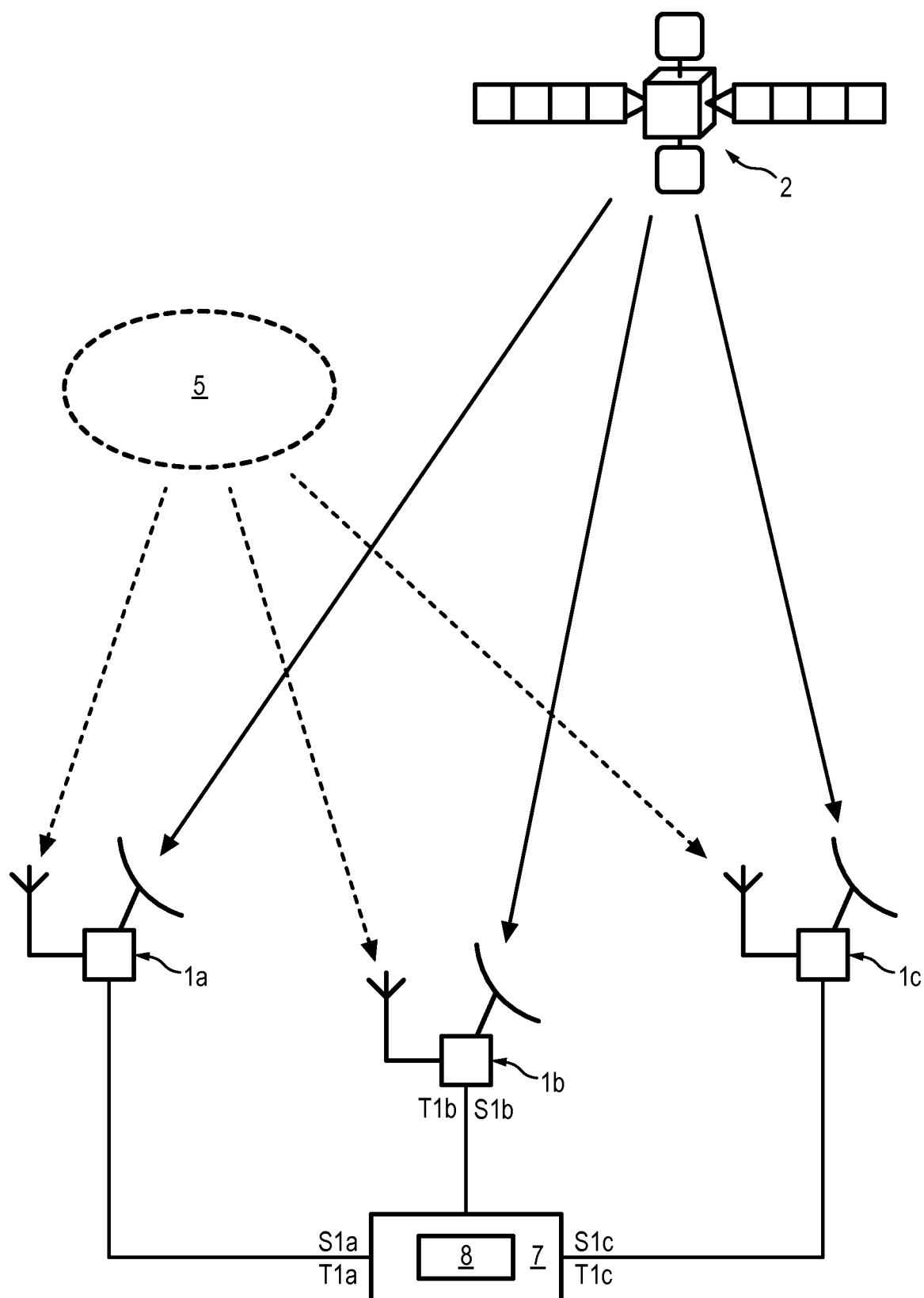


FIG. 2

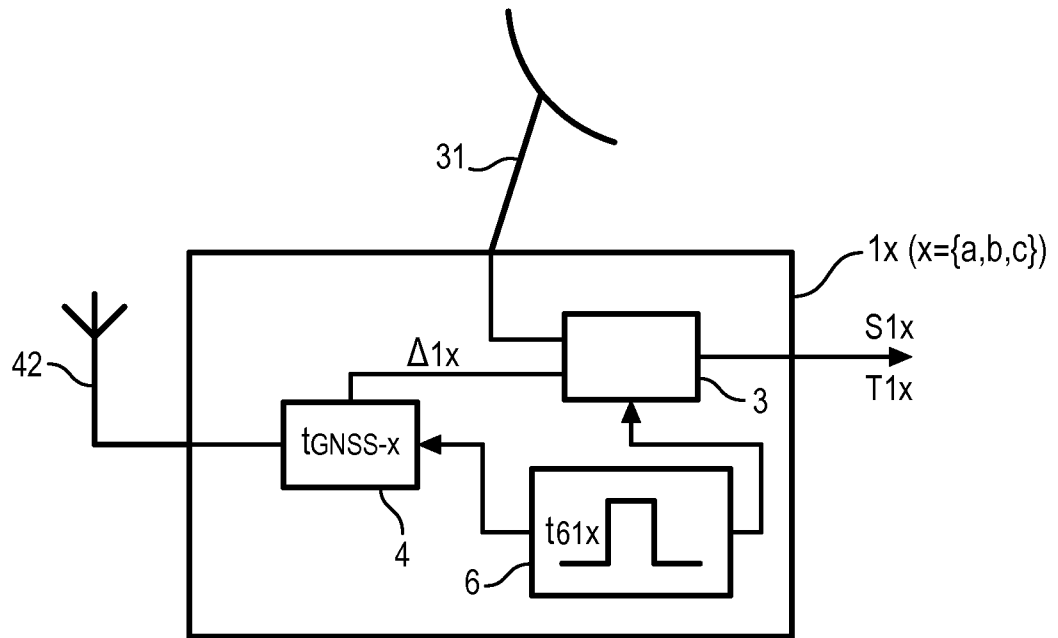


FIG. 3

