

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 14.11.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 17.05.24 Bulletin 24/20.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

72 Inventeur(s) : BOUVET Denis et DUMAS Pierre-
Yves.

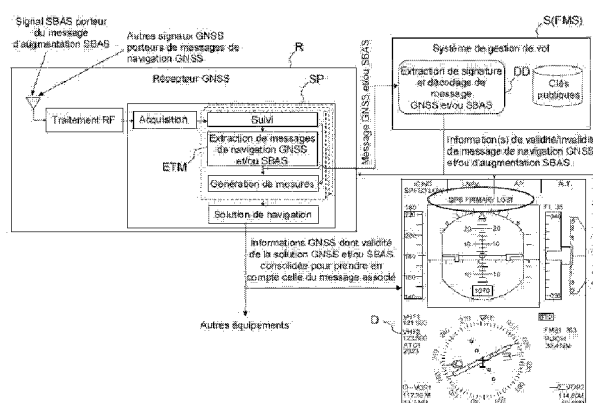
73 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

74 Mandataire(s) : ATOUT PI LAPLACE.

54 Système de guidage et de navigation d'un aéronef.

57 La présente invention porte sur un système de guidage et de navigation d'un aéronef comprenant : - un récepteur (R) GNSS configuré pour recevoir des signaux GNSS, ainsi que des signaux SBAS dans au moins une zone de service SBAS, ces signaux comprenant des messages GNSS et SBAS, munis d'au moins une information d'authentification chiffrée au moyen d'une clé privée, et le récepteur (R) comprenant un module (SP) de traitement de signal muni d'un module (ETM) d'extraction et de transmission desdits messages; et- un dispositif (DD) d'extraction de ladite au moins une information d'authentification des messages, transmis par le module (SP) de traitement de signal, et de son déchiffrement, au moyen d'une clé publique, configuré pour délivrer en sortie au moins une information de validité/invalidité des messages reçus.

Figure pour l'abrégé : [Fig.1]



Description

Titre de l'invention : Système de guidage et de navigation d'un aéronef

- [0001] L'invention porte sur un système de guidage et de navigation d'un aéronef, utilisant au moins un récepteur de navigation par satellites.
- [0002] La dépendance de l'industrie du transport et de l'aviation en particulier au système mondial de navigation par satellite (GNSS), utilisant une ou plusieurs constellations de satellites, telles le système américain GPS ou le système européen Galileo, a souligné l'importance de la précision et de l'intégrité de fonctionnement de ces récepteurs, notamment ceux développés selon le standard RTCA/DO-229, particulièrement par rapport à de possibles interférences.
- [0003] Un but de l'invention est de fournir un système de guidage et de navigation d'un aéronef civil exploitant les signaux GNSS et SBAS (Satellite Based Augmentation System), et qui soit moins sensible aux interférences.
- [0004] L'augmentation SBAS d'une ou plusieurs constellations de satellites GNSS est une surveillance des signaux et messages GNSS transmis par ces satellites. Ladite surveillance élabore ensuite des messages (de correction et d'alerte), dits "messages d'augmentation SBAS" permettant de répondre aux critères de performance de l'aviation civile. Ces messages d'augmentation sont transmis aux récepteurs utilisateurs depuis la surveillance SBAS via un ou plusieurs satellites, dits satellites SBAS, généralement géostationnaires, couvrant la zone de service SBAS. Dans la suite, la solution de navigation (Position, Vitesse, temps) calculée à partir des signaux et données de navigation des satellites GNSS en appliquant les corrections et alertes reçues d'un système SBAS sera dite "solution augmentée SBAS". Certains systèmes d'augmentation SBAS sont conçus pour que tout ou partie des signaux des satellites SBAS soient également utilisés pour élaborer la solution de navigation au même titre que les signaux GNSS. Cet aspect n'ayant pas d'impact sur l'invention, il ne sera plus mentionné dans la suite.
- [0005] L'interférence est un phénomène par lequel des signaux non désirés sont reçus par le récepteur GNSS, se mélangent aux signaux des satellites GNSS ou SBAS et perturbent le fonctionnement du récepteur.
- [0006] De telles interférences peuvent entraîner une incapacité à décoder correctement les signaux légitimes en provenance des satellites.
- [0007] Il existe également le problème d'inter-corrélation ou de substitution de signaux, qui peut perturber le fonctionnement du récepteur, en ce qu'il utilise un signal et des messages provenant d'une autre source que celle sélectionnée.

- [0008] Pour pallier les problèmes précédemment cités, il est prévu que les services ouverts ou civils de certaines constellations (par exemple Galileo via l'OSNMA pour acronyme de "Open Service Navigation Message Authentication" en langue anglaise) ou certains systèmes SBAS transmettent, en complément des messages de navigation ou d'augmentation (ci-après désignés "messages"), des données d'authentification permettant d'authentifier les messages reçus.
- [0009] La présente invention a pour but de s'appliquer à toute information d'authentification transmise sur signaux GNSS ouverts et/ou sur signaux SBAS.
- [0010] Il est proposé, selon un aspect de l'invention, un système de guidage et de navigation d'un aéronef comprenant :
- un récepteur GNSS configuré pour recevoir des signaux GNSS, ainsi que des signaux SBAS dans au moins une zone de service SBAS, ces signaux comprenant des messages GNSS et SBAS, munis d'au moins une information d'authentification chiffrée au moyen d'au moins une clé privée, et le récepteur comprenant un module de traitement de signal muni d'un module d'extraction et de transmission desdits messages; et
 - un dispositif d'extraction de ladite au moins une information d'authentification des messages, transmis par le module de traitement de signal, et de son déchiffrement, au moyen d'au moins une clé publique, configuré pour délivrer en sortie au moins une information de validité/invalidité des messages reçus.
- [0011] Dans un mode de réalisation, le dispositif d'extraction et de déchiffrement de ladite au moins une information de validité/invalidité du ou des messages est configuré pour délivrer ladite information de validité/invalidité du ou des messages au récepteur GNSS.
- [0012] Selon un mode de réalisation, le dispositif d'extraction et de déchiffrement d'au moins une information de validité/invalidité du ou des messages est configuré pour délivrer ladite information de validité/invalidité du ou des messages à d'autres dispositifs de l'aéronef.
- [0013] Dans un mode de réalisation, le récepteur GNSS est configuré pour fournir au moins une information de validité de la solution GNSS (Position, Vitesse, Temps) et/ou de la solution augmentée SBAS (Position, Vitesse, Temps), ladite information de validité étant consolidée, en tenant compte de l'information de validité/invalidité de chaque message ou groupe de messages.
- [0014] On entend par solution GNSS, une valeur de position, une valeur de vitesse et une valeur de temps élaborée à partir des signaux GNSS reçus.
- [0015] En d'autres termes, lorsqu'une information de validité d'un message ou d'un groupe de message est déterminée comme invalide, ce ou ces messages ne sont pas pris en compte ou sont labellisés comme erronés.

- [0016] Selon un mode de réalisation, le récepteur GNSS est configuré pour transmettre l'information de validité/invalidité de la solution GNSS et, dans une zone de service SBAS, de la solution augmentée SBAS, à d'autres dispositifs de l'aéronef.
- [0017] Par exemple, un autre dispositif de l'aéronef est un dispositif d'affichage du cockpit pour le pilote de l'aéronef.
- [0018] Selon un mode de réalisation, le dispositif d'extraction et de déchiffrement est intégré à un système externe au récepteur GNSS.
- [0019] Dans un mode de réalisation, le dispositif d'extraction et de déchiffrement est intégré à un système de gestion de vol ou FMS pour acronyme de "Flight Management System" en langue anglaise.
- [0020] L'invention sera mieux comprise à l'étude de quelques modes de réalisation décrits à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par la [Fig.1] annexée qui illustre schématiquement.
- [0021] La [Fig.1] représente un système de guidage et de navigation d'un aéronef comprenant un récepteur GNSS R configuré pour recevoir les signaux GNSS comprenant les messages de navigation GNSS et les signaux SBAS dans une zone de service SBAS, ces derniers comprenant des messages d'augmentation SBAS, les uns et/ou les autres étant munis d'une information d'authentification chiffrée au moyen d'au moins une clé privée. Le récepteur R comprend un module SP de traitement de signal muni d'un module ETM d'extraction et de transmission des messages de navigation GNSS et SBAS (désignés ici "messages").
- [0022] Seuls les éléments spécifiques à la présente invention sont décrits en détails, les autres éléments classiques du récepteur GNSS R, sont uniquement représentés sur la [Fig.1]
- [0023] En outre, le système de guidage et de navigation comprend un dispositif DD d'extraction de ladite information d'authentification des messages, transmis par le module SP de traitement de signal, et de son déchiffrement, au moyen d'une ou plusieurs clés publiques, configuré pour délivrer en sortie une information de validité/invalidité du ou des messages.
- [0024] Un tel système peut aisément être mis en œuvre notamment dans le cadre d'aéronefs soumis à des certifications, en adaptant des récepteurs GNSS existants, avec peu de modifications, qu'elles soient uniquement logicielles ou également matérielles.
- [0025] L'information de validité/invalidité du ou des messages est délivrée par le dispositif DD d'extraction et de déchiffrement au récepteur GNSS R et éventuellement à d'autres dispositifs D de l'aéronef, tel un dispositif d'affichage d'information de vol pour le pilote de l'aéronef.
- [0026] Ainsi, le récepteur GNSS R et/ou d'autres dispositifs D externes, tel un dispositif d'affichage du cockpit, peuvent invalider, le cas échéant, les informations fournies par

le récepteur GNSS R.

- [0027] En outre, le récepteur R GNSS est configuré pour consolider une information de validité de la solution (Position, Vitesse, Temps) GNSS et, dans une zone de service SBAS, de la solution augmentée SBAS en tenant compte de l'information de validité/invalidité du ou des messages. L'information de validité/invalidité du ou des messages n'a d'impact que sur la solution GNSS ou augmentée SBAS concernée par le ou les messages, les autres solutions GNSS (Position, Vitesse, Temps) non concernées par le ou les messages ne sont pas affectées par la validité ou l'invalidité du ou des messages.
- [0028] Le récepteur R GNSS peut ainsi transmettre l'information de validité de la ou des solutions à d'autres dispositifs D de l'aéronef.
- [0029] Le dispositif de déchiffrement peut être intégré à un système de gestion de vol FMS pour acronyme de "Flight Management System" en langue anglaise.

Revendications

- [Revendication 1] Système de guidage et de navigation d'un aéronef comprenant :
- un récepteur (R) GNSS configuré pour recevoir des signaux GNSS, ainsi que des signaux SBAS dans au moins une zone de service SBAS, ces signaux comprenant des messages GNSS et SBAS, munis d'au moins une information d'authentification chiffrée au moyen d'au moins une clé privée, et le récepteur (R) comprenant un module (SP) de traitement de signal muni d'un module (ETM) d'extraction et de transmission desdits messages ; et
 - un dispositif (DD) d'extraction de ladite au moins une information d'authentification des messages, transmis par le module (SP) de traitement de signal, et de son déchiffrement, au moyen d'au moins une clé publique, configuré pour délivrer en sortie au moins une information de validité/invalidité des messages reçus.
- [Revendication 2] Système selon la revendication 1, dans lequel le dispositif (DD) d'extraction et de déchiffrement de ladite au moins une information de validité/invalidité du ou des messages est configuré pour délivrer ladite information de validité/invalidité du ou des messages au récepteur (R) GNSS.
- [Revendication 3] Système selon la revendication 2, dans lequel le dispositif (DD) d'extraction et de déchiffrement d'au moins une information de validité/invalidité du ou des messages est configuré pour délivrer ladite l'information de validité/invalidité du ou des messages à d'autres dispositifs (D) de l'aéronef.
- [Revendication 4] Système selon la revendication 2 ou 3, dans lequel le récepteur (R) GNSS est configuré pour fournir au moins une information de validité de la solution GNSS et/ou de la solution augmentée SBAS, ladite information de validité étant consolidée, en tenant compte de l'information de validité/invalidité de chaque message ou groupe de messages.
- [Revendication 5] Système selon la revendication 4, dans lequel le récepteur (R) GNSS est configuré pour transmettre l'information de validité/invalidité de la solution GNSS et, dans une zone de service SBAS, de la solution augmentée SBAS, à d'autres dispositifs de l'aéronef.

- [Revendication 6] Système selon l'une des revendications 2 à 5, dans lequel un autre dispositif (D) de l'aéronef est un dispositif d'affichage du cockpit pour le pilote de l'aéronef.
- [Revendication 7] Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (DD) d'extraction et de déchiffrement est intégré à un système externe au récepteur GNSS.
- [Revendication 8] Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (DD) d'extraction et de déchiffrement est intégré à un système de gestion de vol (FMS).

[Fig. 1]

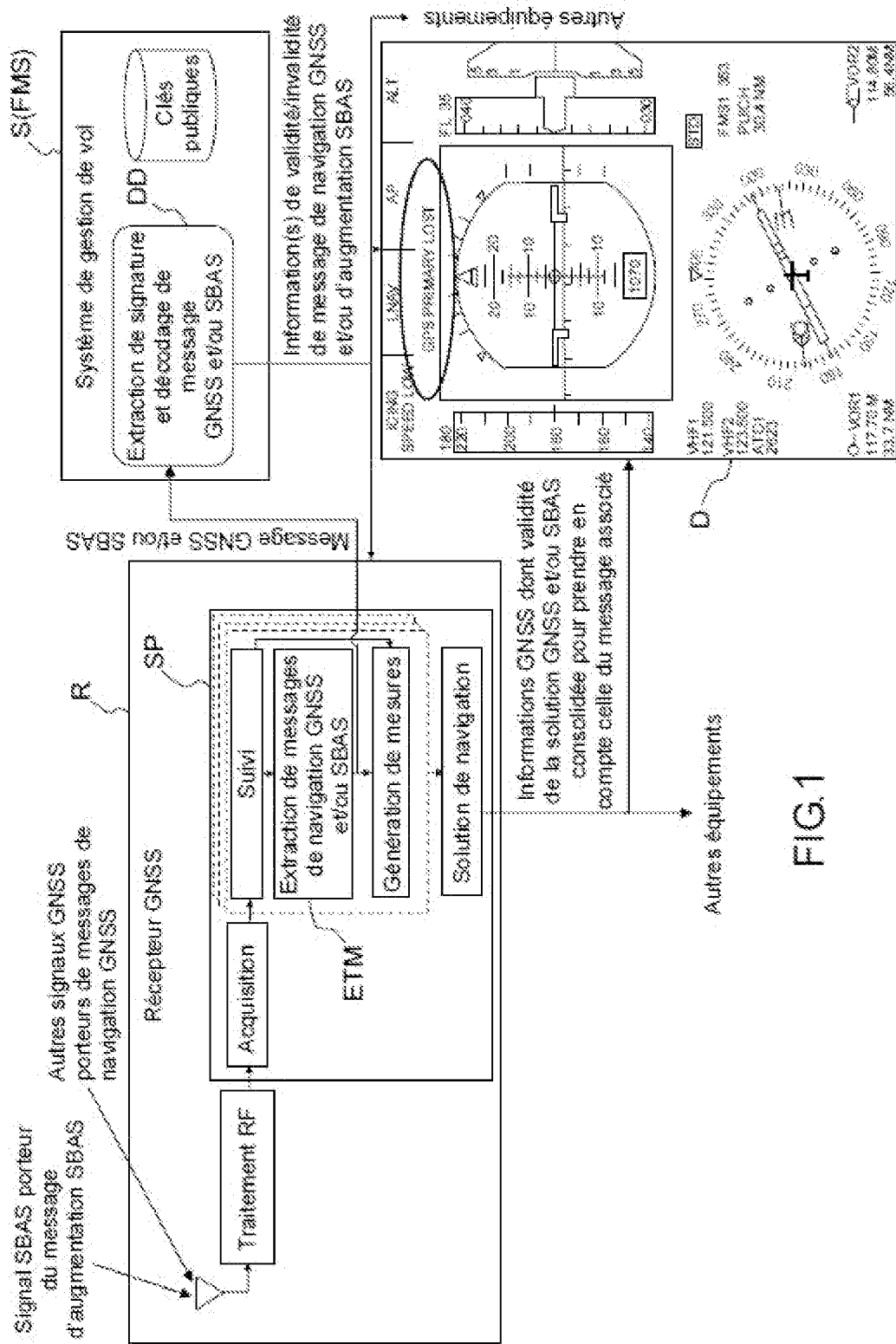


FIG.1

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 914371
FR 2211800

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2012/121087 A1 (PSIAKI MARK L [US]) 17 mai 2012 (2012-05-17) * alinéas [0008], [0018], [0019], [0020], [0021], [0073] * -----	1-8	G01S19/00
A	EP 3 019 891 B1 (EUROPEAN UNION REPRESENTED BY THE EUROPEAN COMMISSION [BE]) 11 avril 2018 (2018-04-11) * abrégé * -----	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 juin 2023		Chindamo, Gregorio	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2211800 FA 914371**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **12-06-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012121087 A1	17-05-2012	US 2012121087 A1	17-05-2012
		WO 2010105136 A2	16-09-2010
EP 3019891 B1	11-04-2018	AU 2014289402 A1	04-02-2016
		BR 112016000380 A2	22-08-2017
		CA 2916324 A1	15-01-2015
		CN 105492926 A	13-04-2016
		EP 2824480 A1	14-01-2015
		EP 3019891 A1	18-05-2016
		ES 2672988 T3	19-06-2018
		JP 6425722 B2	21-11-2018
		JP 2016531465 A	06-10-2016
		KR 20160040180 A	12-04-2016
		RU 2016103951 A	14-08-2017
		US 2016154106 A1	02-06-2016
		WO 2015004011 A1	15-01-2015