

(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
24 septembre 2020 (24.09.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/188113 A1

(51) Classification internationale des brevets :

H04B 1/10 (2006.01) H04B 17/309 (2015.01)
H04L 1/20 (2006.01)

(71) Déposant : CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH
[DE/DE] ; Vahrenwalder Strasse 9, 30165 HANOVRE
(DE).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2020/057901

(72) Inventeur : LIN, Chao ; CONTINENTAL AUTO-
MOTIVE FRANCE, 1 avenue Paul Ourliac - Service Intel-
lectual Property, 31100 TOULOUSE (FR).

(22) Date de dépôt international :

21 mars 2020 (21.03.2020)

(74) Mandataire : MAJEWSKI, Marc ; CONTINENTAL AU-
TOMOTIVE FRANCE, Service Intellectual Property - 1,
avenue Paul Ourliac, 31100 TOULOUSE (FR).

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

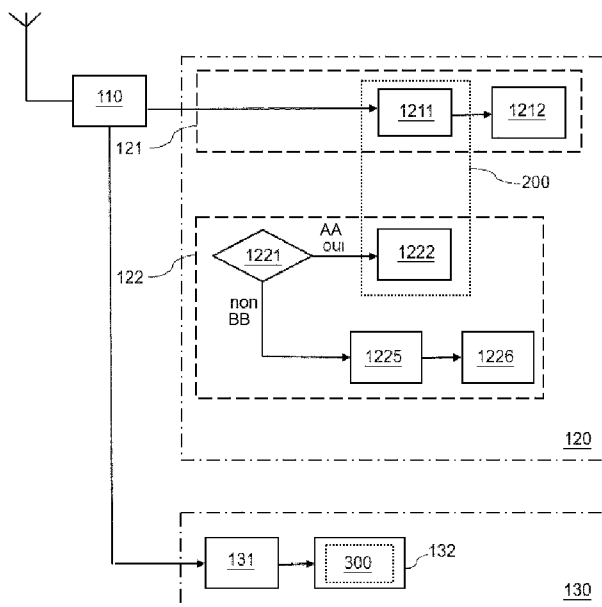
FR1902904 21 mars 2019 (21.03.2019) FR

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,

(54) Title: METHOD FOR ESTIMATING A SIGNAL-TO-NOISE RATIO

(54) Titre : PROCÉDÉ D'ESTIMATION D'UN RAPPORT SIGNAL SUR BRUIT

[Fig. 1]



AA yes
BB no

(57) Abstract: The invention concerns a method (200) for estimating a signal-to-noise ratio (SNR) of a received digital radio signal. The estimation method (200) comprises a detection step (1211) consisting in recovering a received synchronisation symbol contained in the received digital radio signal, and an estimation step (1222) configured to determine the signal-to-noise ratio of the received digital radio signal, depending on the difference between a first received synchronisation signal ($\hat{S}_a(t)$) and a second received synchronisation signal ($\hat{S}_b(t)$). The first and second received synchronisation signals ($\hat{S}_a(t)$, $\hat{S}_b(t)$) are included in the received synchronisation symbol.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé d'estimation (200) d'un rapport signal sur bruit (« Signal- to-Noise Ratio » en anglais, l'abréviation « SNR ») d'un signal radio numérique reçu. Ledit procédé d'estimation (200) comprend une étape de détection (1211)

[Suite sur la page suivante]

KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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), eurasién (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))

consistant à récupérer un symbole de synchronisation reçu contenu dans le signal radio numérique reçu, et une étape d'estimation (1222) configurée pour déterminer le rapport signal sur bruit du signal radio numérique reçu, en fonction de la différence entre un premier signal de synchronisation reçu ($\hat{S}_a(t)$) et un deuxième signal de synchronisation reçu ($\hat{S}_b(t)$). Les premier et deuxième signaux de synchronisation reçus ($\hat{S}_a(t)$, $\hat{S}_b(t)$) sont compris dans le symbole de synchronisation reçu.

DESCRIPTION**TITRE : PROCEDE D'ESTIMATION D'UN RAPPORT SIGNAL SUR BRUIT****Domaine technique**

5 [0001] La présente invention concerne, de façon générale, un procédé d'estimation d'un rapport signal sur bruit (« Signal-to-Noise Ratio » en anglais, d'abréviation « SNR ») d'un signal radio.

[0002] L'invention porte notamment sur un procédé d'estimation d'un rapport signal sur bruit d'un signal radio modulé comprenant un symbole de synchronisation.

Etat de la technique antérieure

10 [0003] Le rapport signal sur bruit est souvent considéré comme un paramètre important pour évaluer la fiabilité des données après la démodulation d'un signal radio reçu par un récepteur radio, et pour estimer la qualité d'un canal utilisé pour la transmission du signal radio. Le rapport signal sur bruit est donc utilisé pour déterminer des stratégies de traitement de signaux radio, tels que l'atténuation sonore (également désignée « soft
15 mute » en anglais), la fonction de recherche, et le mélange de signaux (également « blend » en anglais) pour des signaux radio analogiques (e.g. des signaux FM), et la transition transparente (également désignée « seamless » en anglais), la dissimulation (également désignée « concealment » en anglais) et le saut de fréquence pour des signaux radio numériques (e.g. des signaux DAB, DRM et CDR). Ainsi, la qualité de signaux reçus par
20 les récepteurs radio peut être améliorée.

[0004] Les termes ci-dessus FM, DAB, DRM, CDR sont les abréviations désignant respectivement la modulation de fréquence (de l'anglais « frequency modulation ») d'un signal radio et des normes de radio numérique, désignées « système de radiodiffusion sonore numérique » (de l'anglais « Digital Audio Broadcasting »), « Radio Numérique
25 Mondiale » et « radio numérique convergente » (de l'anglais « Convergent Digital Radio »). La norme de radio CDR, comme défini dans le document de la norme CDR GY/T 268.1/2 - 2013) est une nouvelle norme de radio de type « émissions simultanées en numérique et en analogique » (désigné « In-Band-On-Channel » en anglais, l'abréviation « IBOC ») conçue pour l'émission de radio simultanément en numérique et en analogique dans la
30 même bande de fréquence, ou pour l'émission de radio numérique en bande FM (87 MHz to 108 MHz). Cette norme de radio CDR est principalement utilisée en Chine.

[0005] Pour estimer le rapport signal sur bruit d'un signal radio analogique reçu, plusieurs méthodes conventionnelles, telles que la méthode EMV (désigné « Envelope-Mean

Variance » en anglais), peuvent être réalisées. Pour des signaux radio numériques, l'estimation du rapport signal sur bruit peut être réalisée, à l'aide de méthodes appliquées dans le domaine de fréquence (e.g. l'apprentissage de symboles pilotes OFDM) ou à l'aide de celles appliquées dans le domaine temporel (e.g. l'utilisation d'un préfixe cyclique). Le

5 terme « OFDM » est l'abréviation anglaise d'un procédé de modulation multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (« Orthogonal Frequency-Division Multiplexing » en anglais).

[0006] Néanmoins, les méthodes d'estimation du rapport signal sur bruit connues comprennent des calculs difficiles et compliqués. Certaines d'entre elles se reposent sur un

10 préfixe cyclique dont la longueur est limitée, ce qui limite la précision de l'estimation du rapport signal sur bruit du signal radio reçu. Certaines d'autres pourraient facilement être affectées par des paramètres d'environnement externe ou de fréquence, ou par le retard causé par les évanouissements sélectifs en fréquence.

[0007] Il existe donc un besoin d'une solution permettant d'estimer le rapport signal sur

15 bruit de manière plus simple, efficace et robuste par rapport aux méthodes connues.

Exposé de l'invention

[0008] Pour parvenir à ce résultat, la présente invention concerne un procédé d'estimation d'un rapport signal sur bruit (« Signal-to-Noise Ratio » en anglais, l'abréviation « SNR ») d'un signal radio numérique reçu ; le procédé d'estimation comprenant une étape de

20 détection consistant à récupérer un symbole de synchronisation reçu contenu dans le signal radio numérique reçu ; et une étape d'estimation configurée pour déterminer le rapport signal sur bruit du signal radio numérique reçu, en fonction de la différence entre un premier signal de synchronisation reçu et un deuxième signal de synchronisation reçu, les premier et deuxième signaux de synchronisation reçus étant compris dans le symbole de

25 synchronisation reçu.

[0009] L'invention permet ainsi d'estimer le rapport signal sur bruit de manière plus simple, efficace et robuste par rapport aux méthodes connues.

[0010] Avantageusement, ledit rapport signal sur bruit est un ratio entre, d'une part, deux fois une valeur du deuxième signal de synchronisation reçu et, d'autre part, la différence

30 entre les premier et deuxième signaux de synchronisation reçus.

[0011] De façon avantageuse, le signal radio numérique reçu correspond à un signal radio numérique modulé comprenant un symbole de synchronisation initial, le symbole de synchronisation initial comprenant un premier signal de synchronisation et un deuxième

signal de synchronisation, lesdits premier et deuxième signaux de synchronisation étant identiques.

5 [0012] De manière préférentielle, le premier signal de synchronisation reçu comprend le premier signal de synchronisation et un premier signal de bruit, et le deuxième signal de synchronisation reçu comprend le deuxième signal de synchronisation et un deuxième signal de bruit ; l'étape d'estimation étant réalisée en fonction de la similarité entre le premier signal de synchronisation et le deuxième signal de synchronisation du symbole de synchronisation initial, et de l'incohérence entre le premier signal de bruit et le deuxième signal de bruit.

10 [0013] Préférentiellement, le signal radio numérique reçu comprend une pluralité de symboles successifs dont le premier symbole est ledit symbole de synchronisation reçu, ledit symbole de synchronisation reçu est un symbole balise défini conformément à la norme de radio numérique convergente CDR (de l'anglais « Convergent Digital Radio »).

15 [0014] L'invention concerne également un récepteur radio configuré pour estimer un rapport signal sur bruit d'un signal radio numérique reçu ; le récepteur radio comprenant un module configuré pour mettre en œuvre le procédé d'estimation tel que ci-dessus.

20 [0015] La présente invention concerne en outre un procédé d'estimation d'un rapport signal sur bruit d'un signal radio analogique reçu après la transmission, dans lequel le signal radio analogique reçu est transmis dans une bande de fréquence dans laquelle un signal radio numérique est également transmis ; ledit premier rapport signal sur bruit étant déterminé en fonction d'un deuxième rapport signal sur bruit dudit signal radio numérique reçu, le deuxième rapport signal sur bruit étant calculé au moyen du procédé d'estimation tel que ci-dessus.

25 [0016] Avantageusement, le premier rapport signal sur bruit est calculé en multipliant le deuxième rapport signal sur bruit par un coefficient de corrélation.

[0017] De façon avantageuse, le coefficient de corrélation est déterminé en fonction d'un mode spectral choisi pour la transmission du signal radio analogue et du signal radio analogue numérique.

[0018] De manière préférentielle, le coefficient de corrélation est égal à 0.701.

30 [0019] L'invention concerne également un récepteur radio configuré pour estimer un rapport signal sur bruit d'un signal radio analogique reçu, le récepteur radio comprenant un module configuré pour mettre en œuvre le procédé d'estimation tel que brièvement décrit

ci-dessus, configuré pour estimer un rapport signal sur bruit d'un signal radio analogique reçu.

Description des dessins

5 [0020] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui va suivre. Celle-ci est purement illustrative et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

[Fig. 1] : la **figure 1** illustre un procédé de traitement réalisé par un récepteur radio selon un mode de réalisation de l'invention ;

10 [Fig. 2] : la **figure 2** illustre un diagramme schématique d'un mode spectral employé pour la modulation et la transmission d'un signal radio ; et

[Fig. 3] : la **figure 3** illustre un exemple d'un symbole de synchronisation initial contenu dans un signal radio modulé avant la transmission.

15 [0021] Il faut noter que les figures exposent l'invention de manière détaillée pour mettre en œuvre l'invention, lesdites figures pouvant bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant.

Description des modes de réalisation

20 [0022] La figure 1 illustre un procédé de traitement 100 réalisé par un récepteur radio de sorte à démoduler un signal radio reçu par le récepteur radio. Le signal radio reçu, comprenant un signal radio numérique reçu, correspond à un signal radio modulé de manière OFDM et transmis dans une bande de fréquence.

25 [0023] Le procédé de traitement 100 comprend un procédé d'estimation 200 d'un rapport signal sur bruit dudit signal radio numérique reçu. Ledit procédé d'estimation 200 est l'objet de l'invention et sera décrit dans les paragraphes suivants. De plus, pour faciliter la compréhension de l'invention, certaines étapes réalisées avant et après la réalisation du procédé d'estimation 200 seront également décrites dans les paragraphes suivants.

[0024] Ledit récepteur radio comprend des modules ou équipements tels qu'une antenne, un ou plusieurs tuners et un ou plusieurs mixers. L'invention est indépendante des modules ou équipements utilisés.

30 [0025] De manière préférentielle, le signal radio est modulé selon une des normes de radio suivantes : DAB, DRM et CDR. De manière encore plus avantageuse, le signal radio est modulé selon la norme de radio CDR.

[0026] Dans un mode de réalisation avantageux (mais non limitatif), le signal radio reçu comprend en outre un signal radio analogique reçu. Préférentiellement, le signal radio analogique reçu est un signal radio FM. Dans ce cas, le procédé de traitement 100 comprend en outre un procédé d'estimation 300 configuré pour estimer un rapport signal sur bruit dudit signal radio analogique reçu. Le procédé d'estimation 300 sera également décrit dans les paragraphes suivants.

[0027] Un exemple de la transmission d'un signal radio modulé comprenant un signal radio numérique et un signal radio analogique est illustré en figure 2. Dans cet exemple, le signal radio modulé est un signal radio CDR, et est transmis en utilisant des sous-porteuses OFDM. Un mode spectral (« spectrum mode » en anglais) hybride, tel que le mode spectral 9 défini dans le document de la norme CDR GY/T 268.1/2 – 2013, devrait être employé pour la transmission du signal radio CDR, comme indiqué dans le diagramme schématique en figure 2. Ainsi, le signal radio numérique (appelé « la partie numérique ») et le signal radio analogique (appelé « la partie numérique ») du signal radio CDR sont transmis dans une même bande de fréquence, de préférence de -200 KHz à 200 KHz, dans laquelle le signal radio numérique est transmis dans deux bandes latérales (e.g. -200 KHz à -150 KHz et 150 KHz à 200 KHz) de ladite bande de fréquence alors que le signal radio analogique est transmis dans la partie plus proche de la fréquence centrale de ladite bande de fréquence. Le signal radio numérique et le signal radio analogique correspondent respectivement au signal radio numérique reçu et au signal radio analogique reçu après la transmission.

[0028] Dans le mode de réalisation où le signal radio est modulé selon la norme de radio CDR, le signal radio modulé comprend une ou plusieurs trames (« frame » en anglais) de 640 ms. Une trame comprend quatre sous-trames (« sub-frames » en anglais) dont chacune dure 160 ms. Les sous-trames comprennent chacune une pluralité de symboles successifs dont le premier symbole est un symbole de synchronisation. Selon la norme de radio CDR, la pluralité de symboles successifs sont des symboles OFDM selon un ordre temporel. De plus, le symbole de synchronisation ne comprend que des données utilisées pour la synchronisation alors que les autres symboles suivant ledit symbole de synchronisation comprennent chacun une partie de données du signal radio à transmettre. Un exemple de symbole de synchronisation sera décrit de manière plus détaillée dans les paragraphes suivants et sur la figure 3.

[0029] Le procédé de traitement 100 comprend des étapes suivantes : une étape de filtrage 110 et une étape de traitement du signal radio numérique reçu 120. Dans un mode de réalisation où le signal radio reçu comprend non seulement la partie numérique (mais

aussi la partie analogique, le procédé de traitement 100 comprend en outre une étape de traitement du signal radio analogique 130.

5 [0030] L'étape de filtrage 110 comprend des étapes conventionnelles réalisées par le ou les tuners et l'amplificateur du récepteur radio de sorte à recevoir le signal radio modulé et transmis, à conserver la partie du signal radio reçu sur une fréquence désirée et à amplifier ladite partie conservée du signal radio reçu, etc. A l'issue de l'étape de filtrage 110, le signal radio numérique reçu et le cas échéant, le signal radio analogique reçu, sont extraits du signal radio reçu. L'invention est indépendante de cette étape de filtrage 110.

10 [0031] Ensuite, l'étape de traitement du signal radio numérique reçu 120, comprenant le procédé d'estimation 200, est réalisée pour démoduler le signal radio numérique reçu. Le procédé d'estimation 200 comprend une étape de détection 1221 et une étape d'estimation SNR 1222. De manière préférentielle, l'étape de détection 1221 et l'étape d'estimation SNR 1222 sont respectivement réalisées dans un mode d'acquisition 121 et un autre mode d'opération 122 de l'étape de traitement du signal radio numérique reçu 120.

15 [0032] Le mode d'acquisition 121 comprend deux étapes 1211 et 1212. L'étape de détection 1211 consiste à récupérer un symbole de synchronisation reçu contenu dans le signal radio numérique reçu. L'étape de synchronisation 1212 est ensuite réalisée, en utilisant des symboles pilotes récupérés lors de l'étape de détection 1211, une synchronisation temporelle et fréquentielle. De manière préférentielle, l'étape de
20 synchronisation 1212 peut être réalisée en appliquant une des méthodes connues. L'invention est donc indépendante de la méthode appliquée pour la réalisation de l'étape de synchronisation 1212.

[0033] Suite au mode d'acquisition 121, le récepteur radio procède au mode d'opération 122 comprenant des étapes 1221, 1222, 1225 et 1226 décrites ultérieurement.

25 [0034] Comme mentionné ci-dessus, une étape de détermination 1221 est effectuée pour déterminer si un symbole contenu dans le signal radio numérique reçu est un symbole de synchronisation reçu ou non. Effectivement suite à la réalisation du mode d'acquisition 121, tous les symboles contenus dans le signal radio numérique reçu sont identifiés. Si le résultat de cette étape de détermination 1221 indique que le symbole est un symbole de
30 synchronisation reçu, l'étape d'estimation SNR 1222 est ensuite effectuée, en utilisant le symbole de synchronisation reçu, de sorte à estimer un rapport signal sur bruit du signal radio numérique reçu. Comme mentionné précédemment, cette étape d'estimation SNR 1222 fait partie du procédé d'estimation 200.

[0035] Le symbole de synchronisation reçu récupéré du signal radio numérique reçu comprend un premier signal de synchronisation reçu $\hat{S}_a(t)$ et un deuxième signal de synchronisation reçu $\hat{S}_b(t)$, ces deux derniers correspondant respectivement à un premier signal de synchronisation $S_a(t)$ et un deuxième signal de synchronisation $S_b(t)$ contenus dans un symbole de synchronisation initial correspondant au symbole de synchronisation reçu. La figure 3 illustre un exemple du symbole de synchronisation initial. Dans cet exemple, le symbole de synchronisation initial comprend en outre un préfixe cyclique (CP) qui précède les premier et deuxième signaux de synchronisation $S_a(t)$ et $S_b(t)$. La longueur du préfixe cyclique est très limitée par rapport à celle du premier signal de synchronisation $S_a(t)$ ou à celle du deuxième signal de synchronisation $S_b(t)$.

[0036] Lors de la transmission du signal radio modulé, des bruits sont générés, ce qui conduirait à une différence entre le symbole de synchronisation reçu et son symbole de synchronisation initial. Autrement dit, le premier signal de synchronisation reçu $\hat{S}_a(t)$ du symbole de synchronisation reçu comprend le premier signal de synchronisation $S_a(t)$ du symbole de synchronisation initial et un premier signal de bruit $n_a(t)$, le dernier étant généré lors de la transmission. De manière similaire, le deuxième signal de synchronisation reçu $\hat{S}_b(t)$ du symbole de synchronisation reçu comprend le deuxième signal de synchronisation $S_b(t)$ du symbole de synchronisation initial et un deuxième signal de bruit $n_b(t)$ généré également lors de la transmission. Ceci est représenté par deux équations suivantes (1) et (2) :

[Math. 1]

$$\hat{S}_a(t) = S_a(t) + n_a(t)$$

[Math. 2]

$$\hat{S}_b(t) = S_b(t) + n_b(t)$$

[0037] Dans un mode de réalisation préférentiel mais non limitatif, les premier et deuxième signaux de synchronisation $S_a(t)$ et $S_b(t)$ comprenant des données de synchronisation préalablement connues par le récepteur radio. Dans un mode de réalisation avantageux, les premier et deuxième signaux de synchronisation $S_a(t)$ et $S_b(t)$ sont similaires voire identiques, comme les deux signaux de synchronisation identiques d'un « symbole balise » (« beacon symbol » en anglais) défini conformément à la norme de radio CDR.

[0038] En revanche, il n'existe aucune corrélation entre le premier signal de bruit $n_a(t)$ le deuxième signal de bruit $n_b(t)$. Le rapport signal sur bruit du signal du signal radio

numérique reçu peut donc utiliser la similarité entre les premier et deuxième signaux de synchronisation $S_a(t)$ et $S_b(t)$ du même symbole de synchronisation initial, et l'incohérence entre le premier signal de bruit $n_a(t)$ et le deuxième signal de bruit $n_b(t)$. De cette manière, l'estimation dudit rapport signal sur bruit ne se repose pas particulièrement sur le préfixe cyclique dont la longueur est très limitée. Cette estimation n'est pas facilement affectée non plus par des paramètres d'environnement externe ou de fréquence. Ainsi, la précision de l'estimation du rapport signal sur bruit est considérablement améliorée.

[0039] De préférence, ledit rapport signal sur bruit peut être facilement réalisée en fonction de la différence entre le premier signal de synchronisation reçu $\hat{S}_a(t)$ et le deuxième signal de synchronisation reçu $\hat{S}_b(t)$ du même symbole de synchronisation reçu. De manière avantageuse, ledit rapport signal sur bruit signal est déterminé en fonction d'un ratio X entre, d'une part, la somme des deux signaux de synchronisation reçus $\hat{S}_a(t)$ et $\hat{S}_b(t)$ du symbole de synchronisation reçu et, d'autre part, ladite différence entre les premier et deuxième signaux de synchronisation reçus $\hat{S}_a(t)$ et $\hat{S}_b(t)$. Encore plus précisément, ledit rapport signal sur bruit du signal radio numérique reçu s'obtient à l'aide de l'équation (3) suivante :

[Math. 3]

$$SNR = \frac{\hat{S}_a(t) + \hat{S}_b(t)}{\hat{S}_a(t) - \hat{S}_b(t)} - 1 = X - 1$$

[0040] Dans un exemple de l'implémentation du procédé d'estimation 200, le rapport signal sur bruit du signal radio numérique reçu est la moitié dudit ratio X .

[0041] De manière alternative, le rapport signal sur bruit du signal radio numérique reçu est un ratio (différent de celui X) entre, d'une part, deux fois une valeur dudit deuxième signal de synchronisation reçu $\hat{S}_b(t)$ et, d'autre part, ladite différence entre les premier et deuxième signaux de synchronisation reçus $\hat{S}_a(t)$ et $\hat{S}_b(t)$ du même symbole de synchronisation reçu, comme décrit dans l'équation (4) suivante, se déduisant de l'équation précédente (3) :

[Math. 4]

$$SNR = \frac{\hat{S}_a(t) + \hat{S}_b(t)}{\hat{S}_a(t) - \hat{S}_b(t)} - 1 = \frac{2 * \hat{S}_b(t)}{\hat{S}_a(t) - \hat{S}_b(t)}$$

[0042] Le procédé d'estimation 200 de l'invention permet ainsi d'estimer le rapport signal sur bruit du signal radio numérique reçu de manière simple, efficace et robuste par rapport aux méthodes connues.

[0043] Dans un autre cas où le résultat de l'étape de détermination 1221 montre que le symbole n'est pas un symbole de synchronisation reçu, l'étape d'égalisation de canal 1225 et l'étape de décodage de canal 1226 sont respectivement réalisées en utilisant ledit symbole. Il est noté que l'invention est indépendante de l'étape d'égalisation de canal 1225
5 et de l'étape de décodage de canal 1226.

[0044] Comme mentionné précédemment, dans le cas où le signal radio analogique reçu est extrait à l'issue de l'étape de filtrage 110, l'étape de traitement du signal radio analogique reçu 130 est réalisée pour démoduler le signal radio analogique reçu.

[0045] Cette étape de traitement du signal radio analogique reçu 130 comprend deux
10 étapes 131 et 132. Dans un mode de réalisation où le signal radio analogique reçu est un signal FM, l'étape 131 consiste à réaliser, préférentiellement de manière conventionnelle, la démodulation FM du signal radio analogique reçu. L'invention est indépendante de la méthode appliquée pour la réalisation de l'étape 131.

[0046] Ensuite, l'étape d'estimation SNR 132 est effectuée pour estimer un rapport signal
15 sur bruit du signal radio analogique reçu. Lors de cette étape 132, le procédé d'estimation 300 selon l'invention est réalisé de sorte à estimer ledit rapport signal sur bruit (appelé « le premier rapport signal sur bruit ») du signal radio analogique reçu, en fonction du rapport signal sur bruit (appelé « le deuxième rapport signal sur bruit ») du signal radio numérique reçu qui est déjà obtenu par la réalisation du procédé d'estimation 200.

[0047] De manière préférentielle, le premier rapport signal sur bruit est calculé en
20 multipliant le deuxième rapport signal sur bruit par un coefficient de corrélation α .

[0048] La corrélation entre le premier et le deuxième rapports signal sur bruit existe en raison de la nature de la radiodiffusion IBOC – c'est-à-dire la transmission du signal radio numérique et du signal radio analogique partagent la même bande de fréquence, comme
25 mentionné ci-dessus.

[0049] De manière préférentielle, le coefficient de corrélation α est déterminé en fonction d'un mode spectral choisi pour la transmission du signal radio modulé. Dans un mode de réalisation où le mode spectral choisi est le mode spectral 9 de la norme de radio CDR, le coefficient de corrélation α est égal à 0,701.

[0050] L'invention permet ainsi d'estimer, de manière simple, efficace et robuste par
30 rapport aux méthodes connues, le rapport signal sur bruit du signal radio numérique reçu ainsi que celui du signal radio analogique reçu.

[0051] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation précédemment décrits mais s'étend à tout mode de réalisation conforme à son esprit.

Revendications

[Revendication 1] Procédé d'estimation (200) d'un rapport signal sur bruit d'un signal radio numérique reçu, le procédé d'estimation (200) étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 - une étape de détection (1211) consistant à récupérer un symbole de synchronisation reçu contenu dans le signal radio numérique reçu ; et
- une étape d'estimation (1222) configurée pour déterminer le rapport signal sur bruit du signal radio numérique reçu, en fonction de la différence entre un premier signal de synchronisation reçu ($\hat{S}_a(t)$) et un deuxième signal de synchronisation reçu ($\hat{S}_b(t)$), les
- 10 premier et deuxième signaux de synchronisation reçus ($\hat{S}_a(t)$, $\hat{S}_b(t)$) étant compris dans le symbole de synchronisation reçu.

- [Revendication 2]** Procédé d'estimation (200) selon la revendication 1, dans lequel ledit rapport signal sur bruit est un ratio (X) entre, d'une part, deux fois une valeur du deuxième signal de synchronisation reçu ($\hat{S}_b(t)$) et, d'autre part, la différence entre les premier et
- 15 deuxième signaux de synchronisation reçus ($\hat{S}_a(t)$, $\hat{S}_b(t)$).

- [Revendication 3]** Procédé d'estimation (200) selon la revendication 2, dans lequel le signal radio numérique reçu correspond à un signal radio numérique modulé comprenant un symbole de synchronisation initial, le symbole de synchronisation initial comprenant un premier signal de synchronisation ($S_a(t)$) et un deuxième signal de synchronisation ($S_b(t)$),
- 20 lesdits premier et deuxième signaux de synchronisation ($S_a(t)$, $S_b(t)$) étant identiques.

- [Revendication 4]** Procédé d'estimation (200) selon la revendication 3, dans lequel le premier signal de synchronisation reçu ($\hat{S}_a(t)$) comprend le premier signal de synchronisation ($S_a(t)$) et un premier signal de bruit ($n_a(t)$), et le deuxième signal de synchronisation reçu ($\hat{S}_b(t)$) comprend le deuxième signal de synchronisation ($S_b(t)$) et un
- 25 deuxième signal de bruit ($n_b(t)$) ; l'étape d'estimation (1222) étant réalisée en fonction de la similarité entre le premier signal de synchronisation ($S_a(t)$) et le deuxième signal de synchronisation ($S_b(t)$) du symbole de synchronisation initial, et de l'incohérence entre le premier signal de bruit ($n_a(t)$) et le deuxième signal de bruit ($n_b(t)$).

- [Revendication 5]** Procédé d'estimation (200) selon l'une quelconque des revendications
- 30 1 à 4, dans lequel le signal radio numérique reçu comprend une pluralité de symboles successifs dont le premier symbole est ledit symbole de synchronisation reçu, ledit symbole de synchronisation reçu est un symbole balise défini conformément à la norme de radio numérique convergente CDR (de l'anglais « Convergent Digital Radio »).

[Revendication 6] Procédé d'estimation (300) d'un premier rapport signal sur bruit d'un signal radio analogique reçu après la transmission, caractérisé en ce que :

- le signal radio analogique reçu est transmis dans une bande de fréquence dans laquelle un signal radio numérique est également transmis ; et
- 5 - ledit premier rapport signal sur bruit est déterminé en fonction d'un deuxième rapport signal sur bruit dudit signal radio numérique reçu, le deuxième rapport signal sur bruit étant calculé au moyen du procédé d'estimation (200) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

[Revendication 7] Procédé d'estimation (300) selon la revendication 6, dans lequel le
10 premier rapport signal sur bruit est calculé en multipliant le deuxième rapport signal sur bruit par un coefficient de corrélation (α).

[Revendication 8] Procédé d'estimation (300) selon la revendication 7, dans lequel le coefficient de corrélation (α) est déterminé en fonction d'un mode spectral choisi pour la transmission du signal radio analogique et du signal radio numérique.

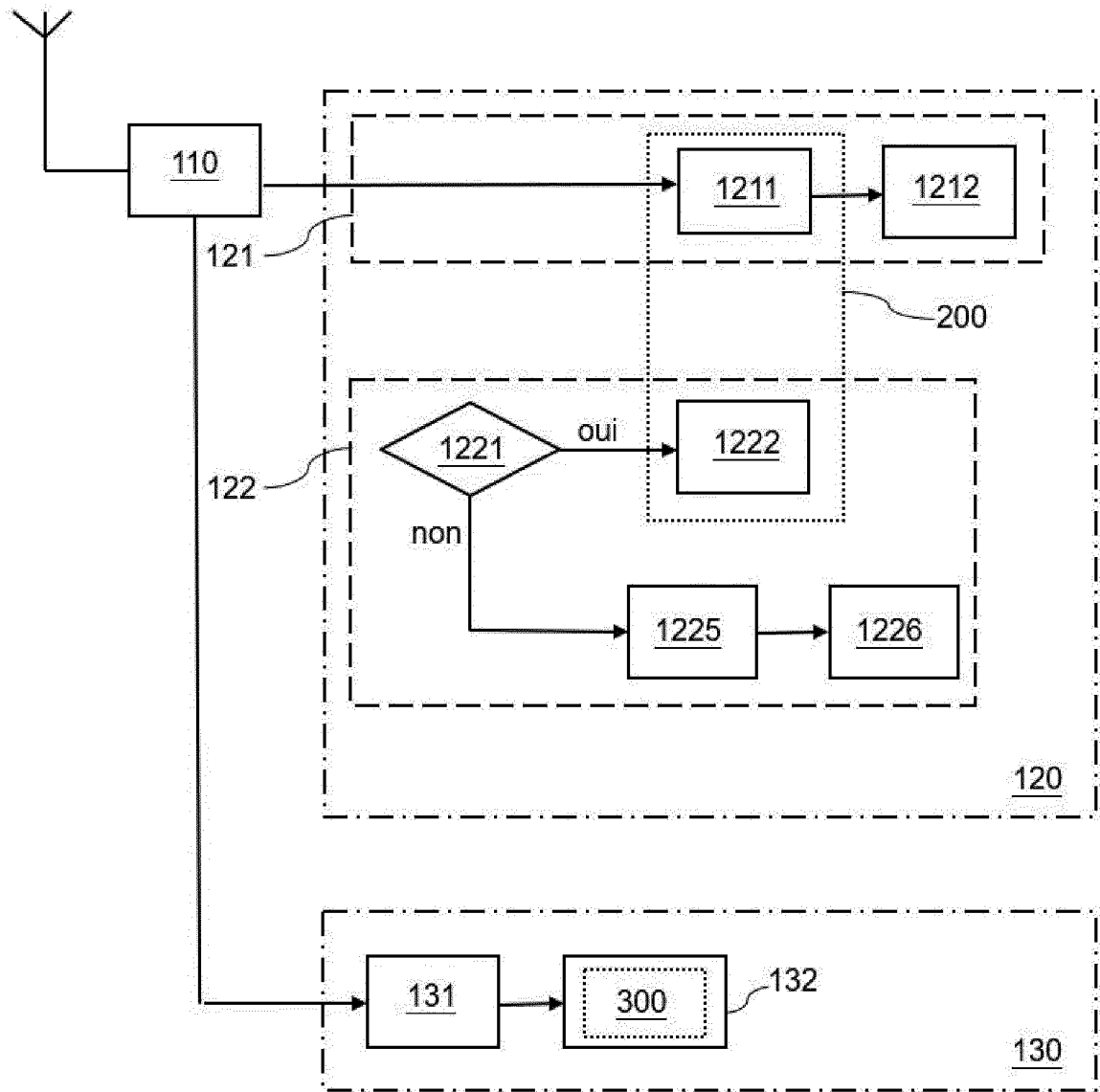
15 **[Revendication 9]** Procédé d'estimation (300) selon la revendication 8, dans lequel le coefficient de corrélation (α) est égal à 0.701.

[Revendication 10] Récepteur radio configuré pour estimer un rapport signal sur bruit (« Signal-to-Noise Ratio » en anglais, l'abréviation « SNR ») d'un signal radio numérique reçu, caractérisé en ce qu'il comprend un module configuré pour mettre en œuvre le
20 procédé d'estimation (200) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

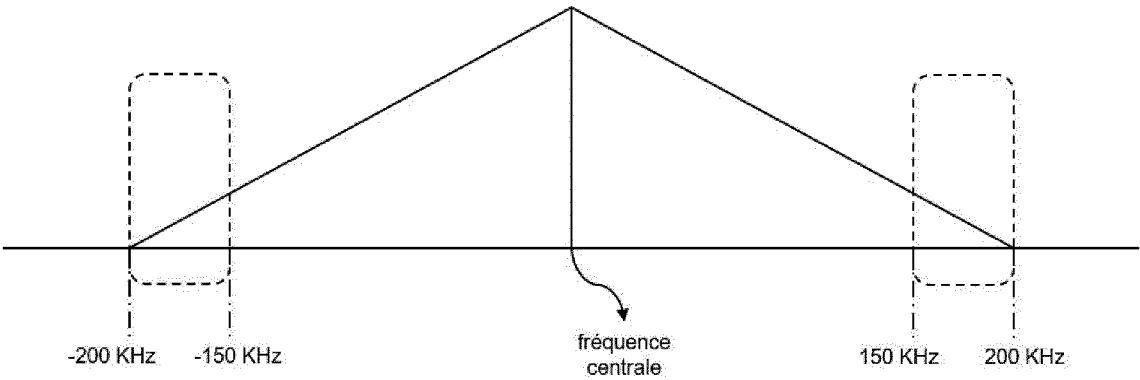
[Revendication 11] Récepteur radio configuré pour estimer un rapport signal sur bruit d'un signal radio analogique reçu, caractérisé en ce qu'il comprend un module configuré pour mettre en œuvre le procédé d'estimation (300) selon l'une quelconque des revendications 6 à 9.

1/2

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

CP	Sa(t)	Sb(t)
----	-------	-------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/057901

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04B 1/10**(2006.01)i; **H04L 1/20**(2006.01)i; **H04B 17/309**(2015.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2194666 A1 (KYOCERA CORP [JP]) 09 June 2010 (2010-06-09) abstract; figures 2,5 paragraph [0074] - paragraph [0086] paragraph [0037] - paragraph [0041] paragraph [0056]	1-11
A	US 2010138878 A1 (KIM PAN SOO [KR] ET AL) 03 June 2010 (2010-06-03) abstract; figures 1,2 paragraph [0048]	1-11
A	EP 2579488 A1 (NEC CORP [JP]; NTT DOCOMO INC [JP]) 10 April 2013 (2013-04-10) abstract; figure 2	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 April 2020

Date of mailing of the international search report

22 April 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

López, Gema

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/057901

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	2194666	A1	09 June 2010	CN	101809909	A	18 August 2010
				EP	2194666	A1	09 June 2010
				US	2010266078	A1	21 October 2010
				WO	2009041542	A1	02 April 2009
US	2010138878	A1	03 June 2010	NONE			
EP	2579488	A1	10 April 2013	CN	102918787	A	06 February 2013
				EP	2579488	A1	10 April 2013
				JP	WO2011148779	A1	25 July 2013
				TW	201212573	A	16 March 2012
				US	2013122843	A1	16 May 2013
				WO	2011148779	A1	01 December 2011

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2020/057901

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H04B1/10 H04L1/20 H04B17/309 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H04B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 2 194 666 A1 (KYOCERA CORP [JP]) 9 juin 2010 (2010-06-09) abrégé; figures 2,5 alinéa [0074] - alinéa [0086] alinéa [0037] - alinéa [0041] alinéa [0056]	1-11
A	US 2010/138878 A1 (KIM PAN SOO [KR] ET AL) 3 juin 2010 (2010-06-03) abrégé; figures 1,2 alinéa [0048]	1-11
A	EP 2 579 488 A1 (NEC CORP [JP]; NTT DOCOMO INC [JP]) 10 avril 2013 (2013-04-10) abrégé; figure 2	1-11
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 7 avril 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 22/04/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé López, Gema

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2020/057901

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2194666	A1	09-06-2010	CN 101809909 A	18-08-2010
			EP 2194666 A1	09-06-2010
			US 2010266078 A1	21-10-2010
			WO 2009041542 A1	02-04-2009

US 2010138878	A1	03-06-2010	AUCUN	

EP 2579488	A1	10-04-2013	CN 102918787 A	06-02-2013
			EP 2579488 A1	10-04-2013
			JP W02011148779 A1	25-07-2013
			TW 201212573 A	16-03-2012
			US 2013122843 A1	16-05-2013
			WO 2011148779 A1	01-12-2011
