

(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
04 octobre 2018 (04.10.2018)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/178546 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H04B 1/10 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2018/050720

(22) Date de dépôt international :
26 mars 2018 (26.03.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1752746 31 mars 2017 (31.03.2017) FR

(71) Déposants : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** [FR/FR] ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual Property, 31100 Toulouse (FR). **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE] ; Vahrenwalderstrasse, 9, 30165 Hanovre (DE).

(72) Inventeurs : **THÉRY, Laurent** ; 29, rue de la Haie aux Vaches, 78690 Les Essarts Le Roi (FR). **LIN, Chao** ; 15, Square des Alpilles, 78310 Maurepas (FR).

(74) Mandataire : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual Property, 31100 Toulouse (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR ATTENUATING INTERFERENCE GENERATED BY INTERMODULATION PRODUCTS

(54) Titre : PROCÉDÉ D'ATTÉNUATION D'INTERFÉRENCES GÉNÉRÉES PAR DES PRODUITS D'INTERMODULATION

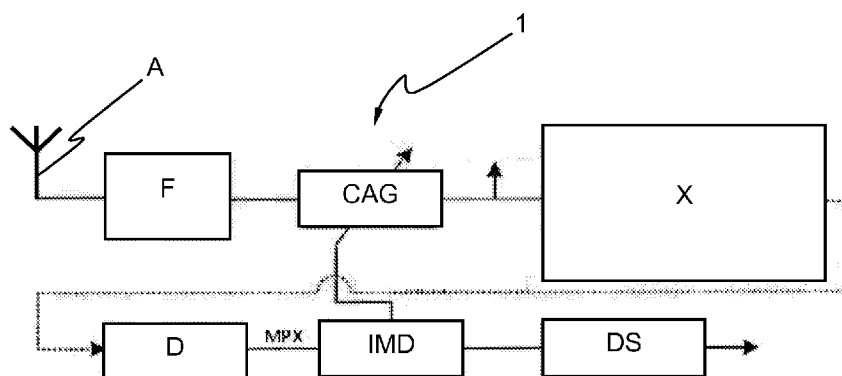


Figure 1

(57) Abstract: A method for attenuating interference generated by intermodulation products with respect to a multiplexed radio signal having a desired frequency, said method comprising the following steps: · implementing automatic gain control (AGC) having a gain setpoint able to be configured between a first setpoint and a second setpoint lower than said first setpoint; · configuring (AGC+) the automatic gain control such that the gain setpoint is equal to the first setpoint; · detecting the presence of co-channel interference at the desired frequency; · if co-channel interference is detected at the desired frequency, then, if the automatic gain control is active, configuring it such that the gain setpoint is equal to the second setpoint and, if the automatic gain control is not active, configuring it such that the gain setpoint is equal to the first setpoint.

(57) Abrégé : Procédé d'atténuation d'interférences générées par des produits d'intermodulation vis-à-vis d'un signal radio multiplexé présentant une fréquence désirée, ledit procédé comprenant les étapes suivantes : · la mise en œuvre d'un contrôle automatique de gain (CAG) présentant une consigne de gain configurable entre une première consigne et une deuxième consigne inférieure à ladite première consigne; · la configuration (CAG+) du contrôle automatique de gain de façon à ce que la consigne de gain soit égale à la première consigne; · la détection de présence d'un brouillage cocanal à la fréquence désirée; · si un brouillage cocanal est détecté à la fréquence désirée, alors, si le contrôle automatique de gain est actif, sa configuration de façon à ce que la consigne de gain soit égale à la deuxième consigne et, si le contrôle automatique de gain n'est pas actif, sa configuration de façon à ce que la consigne de gain soit égale à la première consigne.



(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))

**Procédé d'atténuation d'interférences générées par des produits
d'intermodulation**

L'invention concerne le domaine de la réception de signaux radio modulés en fréquence, en particulier dans des récepteurs radio mobiles exposés à des problématiques d'interférences générées par des produits d'intermodulation.

Ce phénomène se produit lorsque des produits d'intermodulation de signaux radio de forte puissance viennent brouiller un signal radio désiré de faible puissance.

La présente invention vise un procédé apte à atténuer les interférences générées par des produits d'intermodulation.

Comme cela est connu, un récepteur radio, notamment dans un système multimédia d'un véhicule automobile, est apte à recevoir un signal radio, en particulier un signal radio FM, FM étant l'acronyme de « Frequency Modulation » signifiant « modulation de fréquence ».

Un tel signal radio FM, reçu sous forme modulée par un récepteur radio, est soumis à différents capteurs et à un filtrage adapté pour que le signal radio démodulé correspondant puisse être restitué dans de bonnes conditions, notamment dans l'habitacle d'un véhicule automobile.

L'homme du métier connaît le principe de fonctionnement d'un signal radio FM, c'est-à-dire modulé en fréquence, reçu par un récepteur radio adapté, en vue d'être démodulé puis restitué à des auditeurs.

Une problématique connue ayant trait à la réception d'un signal radio FM via un récepteur radio mobile, en particulier intégré dans un véhicule automobile, réside dans le phénomène d'intermodulation.

L'homme du métier connaît le principe du phénomène désigné sous le terme d'intermodulation. En pratique, l'imperfection de l'amplificateur du récepteur radio considéré induit une distorsion des signaux radio reçus. Comme cela est connu, en particulier, les caractéristiques des distorsions liées au phénomène d'intermodulation se définissent de la manière suivante : si deux signaux de fréquence respective $F1$ et $F2$ sont entrés dans un amplificateur parfait, on retrouve en sortie deux signaux superposés de fréquence $F1$ et $F2$.

En raison du phénomène d'intermodulation, en sortie d'un amplificateur imparfait, on retrouve, en plus des fréquences $F1$ et $F2$, d'autres fréquences, à savoir $F1 - F2$, $F1 + F2$, $2 \times F1 - F2$, $2 \times F2 - F1$ et, de manière générale, toute fréquence $m \times F1 + n \times F2$, m et n étant des entiers relatifs.

Ces fréquences $m \times F1 + n \times F2$ sont parasites. De tels produits d'intermodulation peuvent s'avérer particulièrement gênant au 3^{ème} ordre, s'agissant donc des fréquences $2 \times F1 - F2$ et $2 \times F2 - F1$, car les puissances associées restent élevées.

Pour pallier ce problème, une solution connue réside dans la mise en œuvre d'une technique de contrôle automatique de gain qui se situe devant un élément devant être protégé, tel qu'un amplificateur à faible bruit, désigné LNA pour « Low-Noise Amplifier » en anglais, un mélangeur ou un convertisseur analogique-numérique. Le principe du contrôle automatique de gain est connu de l'homme de l'art. Le contrôle automatique de gain est mis en œuvre par un circuit de régulation dont la fonction est de limiter l'amplitude d'un signal à sa sortie.

Le contrôle automatique de gain, dans le contexte de la réception de signaux radio FM, permet d'éviter, de façon générale, toute surcharge sur des signaux.

Lorsqu'un phénomène d'intermodulation a cours et que le contrôle automatique de gain est actif, l'atténuation de l'ensemble des signaux reçus permet notamment d'atténuer plus fortement les produits d'intermodulation.

Lorsque le contrôle automatique de gain induit une atténuation de 1 dB sur le signal au premier ordre, les produits d'intermodulation du 3^{ème} ordre sont en effet atténués de 3 dB.

Un inconvénient majeur de cet état de la technique subsiste lorsque des signaux très forts, à cause des produits d'intermodulation, créent une fréquence fantôme sensiblement égal à une fréquence d'un signal radio de puissance faible mais désiré. Cela crée un brouillage cocanal, désigné « cochanel interference » en anglais.

Dans ce contexte, la mise en œuvre du contrôle automatique de gain peut dans certains cas induire une atténuation telle que le signal radio faible désiré se retrouve annulé.

Il est à noter, dans ce contexte, que des moyens de contrôle automatique de gain classiquement embarqués dans des récepteurs radio de véhicules peuvent imposer aux signaux radio FM reçus une atténuation allant jusqu'à -40dB.

Une autre technique connue, pour pallier aux problèmes générés par les produits d'intermodulation consiste à scanner toute la bande passante pour identifier tous les signaux forts et calculer tous les produits d'intermodulation afin d'identifier des « conflits » éventuels. Cependant, cette technique nécessite un second tuner dans le récepteur radio et sa mise en œuvre prend classiquement plusieurs dizaines de secondes, ce qui n'est pas compatible de l'utilisation pratique que font les utilisateurs des récepteurs radio, notamment embarqués dans des véhicules.

Pour pallier les inconvénients précités, dans le contexte où un contrôle automatique de gains est à l'œuvre, la présente invention vise à adapter le contrôle automatique de gain mis en œuvre en fonction de ce qu'il existe ou non des interférences, de type brouillage cocanal, générées par des produits d'intermodulation vis-à-vis d'un

signal radio faible désiré, au moyen d'une modification dynamique de la consigne dudit contrôle automatique de gain précité.

En pratique, selon l'invention, si des produits d'intermodulation génèrent un brouillage cocanal à l'encontre d'un signal radio désiré, en particulier de puissance faible, la consigne du contrôle automatique de gain est diminuée afin d'augmenter l'atténuation imposée aux signaux radio reçus. A l'inverse, s'il n'est détecté aucun brouillage cocanal généré par des produits d'intermodulation à l'encontre d'un signal radio désiré, en particulier de puissance faible, alors la consigne du contrôle automatique de gain est augmentée afin de limiter l'atténuation imposée aux signaux radio reçus et permettre la réception du signal radio désiré, y compris de puissance faible.

Autrement dit, grâce à l'invention, la valeur nominale de la consigne du contrôle automatique de gain peut être plus élevée que dans l'état de l'art, de façon à favoriser la performance de désensibilisation, ladite consigne étant ensuite réduite dès lors que la présence de brouillage cocanal et de forts signaux est détectée.

Plus précisément, la présente invention a pour objet un procédé d'atténuation d'interférences générées par des produits d'intermodulation vis-à-vis d'un signal radio multiplexé comprenant une fréquence désirée, correspondant à la fréquence d'un signal radio modulé en fréquence qu'un utilisateur souhaite recevoir par l'intermédiaire d'un récepteur radio apte à recevoir des signaux radio modulés en fréquence, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- la mise en œuvre d'un contrôle automatique de gain présentant une consigne de gain configurable entre une première consigne et une deuxième consigne, ladite deuxième consigne étant inférieure à ladite première consigne, ledit contrôle automatique de gain étant activé pour réduire le gain des signaux radio multiplexés reçus lorsque le gain d'un signal radio multiplexé reçu est supérieur à ladite consigne de gain, de telle sorte que, après application dudit contrôle automatique de gain, le gain le plus élevé desdits signaux radio multiplexés reçus soit inférieur ou égal à ladite consigne de gain ;
- la configuration du contrôle automatique de gain de façon à ce que la consigne de gain soit égale à la première consigne ;
- la mise en œuvre d'une détection de présence d'un brouillage cocanal à la fréquence désirée ;
- si un brouillage cocanal est détecté à la fréquence désirée, alors, si le contrôle automatique de gain est actif, la configuration du contrôle automatique de gain de façon à ce que la consigne de gain soit égale à la deuxième consigne et, si le contrôle automatique de gain n'est pas actif, la configuration du contrôle

automatique de gain de façon à ce que la consigne de gain soit égale à la première consigne.

Grâce au procédé selon l'invention, le contrôle automatique de gain mis en œuvre dans un récepteur radio, notamment embarqué dans un véhicule automobile, peut
5 présenter une première consigne de gain élevée, typiquement de l'ordre de 88dB, et en tout cas supérieure à ce qu'elle est dans l'état de l'art, la consigne de gain du contrôle automatique de gain pouvant être modifiée en temps réel pour prendre la valeur de la deuxième consigne de gain, inférieure à la première consigne, lorsqu'un brouillage cocanal généré par des produits d'intermodulation est détecté.

10 Ainsi, dans l'hypothèse où il n'y a pas de brouillage provoqué par des produits d'intermodulation, la probabilité de parvenir à capter un signal radio faible correspondant à la fréquence désirée est améliorée.

Avantageusement, la deuxième consigne est inférieure à la première consigne de 3 dB à 12 dB, de préférence de l'ordre de 6 dB.

15 Avantageusement, la première consigne est égale à 88 dB.

Selon un mode de réalisation, la détection de présence d'un brouillage cocanal comprend les étapes suivantes :

- la vérification que ledit signal radio multiplexé présente une bande passante symétrique ;
- 20 • la détection et le comptage d'une pluralité de pics de bruit positifs et d'une pluralité de pics de bruits négatifs dans ledit signal radio multiplexé pendant une durée de mesure prédéterminée ;
- le calcul d'un taux de pics de bruit positifs ou négatifs parmi ladite pluralité de pics ;
- 25 • la détermination d'un score caractéristique d'une probabilité qu'un brouillage cocanal existe dans ledit signal radio multiplexé en fonction dudit taux de pics de bruit positifs ou négatifs.

Selon un mode de réalisation, la détection de présence d'un brouillage cocanal comprend une étape préalable de comparaison du rapport signal sur bruit du
30 signal radio multiplexé à un seuil prédéterminé, un pic de bruit positif ou négatif n'étant pris en compte que si ledit rapport signal sur bruit dans ledit signal radio multiplexé est supérieur audit seuil prédéterminé, ledit seuil prédéterminé étant de préférence égal à 20 dB.

Selon un mode de réalisation, ledit temps de mesure prédéterminé est égal
35 à 128 ms, plus ou moins 10 ms.

Selon un mode de réalisation, ledit score est déterminé comme étant égal à :

$$1 - K \times \frac{\text{abs}(N_{mean}^+ - N_{mean}^-)}{N_{mean}^v}$$

où N_{mean}^+ est le taux de pics de bruit positifs moyenné sur la durée de mesure prédéterminée, N_{mean}^- est le taux de pics de bruit négatifs moyenné sur la durée de mesure prédéterminée, N_{mean}^v est le nombre total de pics de bruit pris en compte, et K est un facteur d'échelle à déterminer.

La présente invention vise par ailleurs un récepteur radio comprenant un microcontrôleur configuré pour mettre en œuvre le procédé tel que brièvement décrit ci-dessus.

La présente invention vise aussi un véhicule automobile comprenant un récepteur radio tel que brièvement décrit ci-dessus.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et se référant aux dessins annexés qui représentent :

- la **figure 1**, le schéma simplifié d'un récepteur radio FM dans lequel le procédé selon l'invention est mis en œuvre,
- la **figure 2**, le schéma de principe d'un exemple de système de détection de présence de brouillage cocanal,
- la **figure 3**, le logigramme résumant le fonctionnement du procédé selon l'invention.

Le procédé d'atténuation des interférences générées par des produits d'intermodulation dans un signal radio FM, selon l'invention, est décrit ci-après principalement en vue d'une mise en œuvre dans un récepteur radio d'un système multimédia embarqué dans un véhicule automobile.

Cependant, la mise en œuvre de la présente invention dans tout autre domaine technique, en particulier dans tout type de récepteur radio FM, est également visée.

L'invention est destinée à être mise en œuvre dans le cadre de la réception de signaux radio FM.

En référence à la **figure 1**, lorsqu'un signal radio FM est reçu par une antenne A d'un récepteur radio 1, ledit signal radio FM est filtré via un filtre externe F passe-bande avant d'être, le cas échéant, atténué par des moyens de contrôle automatique de gain CAG, notamment pour éviter toute surcharge en cas de présence de signaux forts.

Ce signal est ensuite traité par des moyens adaptés X, permettant par exemple sa pré-amplification ou sa conversion dans un format numérique. Le signal est

démodulé au moyen d'un démodulateur FM, référencé D sur la **figure 1** pour fournir un signal radio multiplexé MPX.

Selon l'invention, ce signal radio multiplexé MPX est analysé au moyen d'un système de détection de présence de brouillage cocanal IMD (décrit en détail ci-après) pour déceler d'éventuelles interférences provoquées par des produits d'intermodulation, le résultat de cette analyse étant exploitée pour adapter le paramétrage du contrôle automatique de gain CAG. En effet, selon l'invention, le contrôle automatique de gain CAG présente une consigne de gain configurable, correspondant au gain maximum au-delà duquel les signaux radio FM reçus sont atténués.

En pratique, l'utilisateur du récepteur radio considéré souhaite écouter un signal radio FM présentant une fréquence donnée, désignée « fréquence désirée ». En l'absence d'interférences provoquées par des produits d'intermodulation se traduisant par un brouillage cocanal affectant la fréquence désirée, le procédé selon l'invention permet de configurer une consigne de gain élevée pour le contrôle automatique de gain CAG. Avantageusement, cela permet de moins atténuer les signaux radio FM reçus, de sorte que, en particulier, si le signal radio FM reçu correspondant à la fréquence désirée est faible, alors ledit signal ne subira pas une atténuation qui aurait risqué, dans l'état de la technique, de l'annuler.

A l'inverse, si la présence d'interférences provoquées par des produits d'intermodulation est détectée, se traduisant par un brouillage cocanal affectant la fréquence désirée, le procédé selon l'invention permet de configurer une consigne de gain plus faible pour le contrôle automatique de gain CAG. Avantageusement, cela permet d'atténuer davantage les signaux radio FM reçus lorsque des produits d'intermodulation provoquent des interférences.

En référence à la **figure 1**, comme cela est connu, le signal radio multiplexé MPX est ensuite décodé au moyen d'un décodeur stéréo DS avant d'être restitué.

Il découle de ce qui précède que la présente invention comprend une étape de détection d'une situation dans laquelle des produits d'intermodulation génèrent un brouillage cocanal en vue de permettre une configuration adaptée, en temps réel, de la consigne du contrôle automatique de gain appliqué au signal radio FM reçu.

En référence à la **figure 2**, il est présenté ci-après un exemple de réalisation d'un système de détection de présence d'un brouillage cocanal.

D'un point de vue théorique, il est à noter que le principe de fonctionnement d'un tel système de détection de brouillage cocanal se réfère au document « C. CHAYAVADHANANGKUR *et al.*, Analysis of FM Systems with Co-Channel Interference Using a Click Model, IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS »

dans lequel les auteurs traitent de la propriété stochastique du bruit dans un signal subissant un brouillage cocanal.

Il a ainsi été démontré que, dans signal radio FM, le bruit peut être décomposé en la somme d'un bruit blanc et de « clicks noise », signifiant « pics de bruit », correspondant à du bruit impulsionnel, formant des « diracs » de bruit dans le signal radio FM. Cela se produit typiquement dès lors que le démodulateur du récepteur radio considéré fait un « saut » sur un signal radio voisin, qu'il s'agisse d'un signal radio adjacent, c'est-à-dire voisin fréquentiellement, ou d'un signal cocanal, c'est-à-dire sur la même fréquence, ou encore d'un signal produit d'un phénomène de multitrajet.

Cependant, la distribution de ces pics de bruit peut être analysée statistiquement, pour identifier l'éventuelle présence d'un brouillage cocanal.

D'un point de vue théorique, il a donc été démontré, en particulier dans le document C. CHAYAVADHANANGKUR et al. précédemment cité, que la présence d'un brouillage cocanal se traduisait, en sortie du démodulateur du récepteur radio considéré, par la présence d'un terme présentant un rapport signal sur bruit élevé qui peut être décomposé en un terme de base auquel s'additionnent des « clicks noise », c'est-à-dire des pics de bruit, positifs et négatifs, qui se produisent de façon aléatoire et indépendante.

Dans le cas où le rapport signal sur bruit est suffisant, et dès lors que la bande passante dudit signal radio multiplexé est symétrique, la survenance de pics de bruit positifs et négatifs suivent deux lois de Poisson indépendantes avec un taux d'occurrence de pics similaires. En d'autres termes, le nombre de pics de bruit positifs détectés et le nombre de pics de bruit négatifs détectés, sur une plage de temps suffisamment longue prédéterminée, sont sensiblement égaux.

Le système de détection de brouillage cocanal dans un signal radio FM multiplexé MPX, présenté à la **figure 2**, forme un capteur de brouillage cocanal. Le système de détection de brouillage cocanal comprend de préférence un filtre passe-bas zéro phase LPF0 pour supprimer la ligne de base du signal radio FM multiplexé MPX, afin que la détection des pics puisse être réalisée de façon optimale via les moyens QPD de détection de pics, sans introduire de déphasage.

Grâce aux moyens QPD de détection de pics dans le signal radio multiplexé MPX, les moyens de détection et de comptage des pics positifs D+, respectivement négatifs D-, permettent de déterminer le nombre de pics de bruit, également désignés « clicks noise », positifs N+, respectivement négatifs N-, dans le signal radio multiplexé MPX, sur une fenêtre de temps prédéterminée.

Le système de détection de brouillage cocanal comporte en outre des moyens de décision CCL aptes à déterminer un score caractéristique de la probabilité qu'un

brouillage cocanal existe dans le signal radio multiplexé MPX, en fonction du nombre de « clicks noise » positifs N_+ et négatifs N_- détectés sur la fenêtre de temps prédéterminée. Comme vu précédemment, la probabilité d'un brouillage cocanal est élevée si le nombre de « clicks noise » positifs N_+ et le nombre de « clicks noise » négatifs N_- détectés sont

5 proches.

Le système de détection de présence de brouillage cocanal représenté, les moyens de décision CCL, pour déterminer si un brouillage cocanal est en cours, tiennent également compte de la valeur du rapport signal sur bruit C/N. En outre, les moyens de décision CCL, pour déterminer si un brouillage cocanal est en cours, vérifient que le

10 signal radio multiplexé MPX présente une bande passante BW symétrique. Dans le cas contraire, les moyens de décision considèrent ne pas être en mesure de déterminer si un brouillage cocanal est en cours ou non.

Un tel système de détection de présence d'un brouillage cocanal dans un signal radio FM multiplexé MPX est ainsi constitué d'un calculateur comportant des

15 moyens de calcul et une mémoire intégrée, ainsi que des moyens de détection de pics de bruit positifs et négatifs, permettant la mise en œuvre du procédé de détection de brouillage cocanal précédemment décrit, de façon à former un capteur de brouillage cocanal.

Grâce à un tel système de détection de présence d'un brouillage cocanal, il

20 est possible d'identifier une situation dans laquelle des produits d'intermodulation génèrent un tel brouillage cocanal, alors que le contrôle automatique de gain est actif.

Ainsi, la **figure 3** présente un logigramme représentatif du fonctionnement du procédé selon l'invention, visant à optimiser l'atténuation d'interférences générées par des produits d'intermodulation.

25 A l'étape E1, il est recherché de façon continue l'éventuelle présence d'un brouillage cocanal.

Si, à l'étape E1, il n'est détecté aucun brouillage cocanal, alors le procédé selon l'invention n'est pas poursuivi. Cela est représenté sur la **figure 3** par une sortie négative du procédé, notée N sur la **figure 3**.

30 Si, à l'étape E1, il est détecté un brouillage cocanal en cours vis-à-vis de la fréquence désirée, alors il est vérifié, à l'étape E2, si le contrôle automatique de gain est actif ou non.

Si, à l'étape E2, il est constaté que le contrôle automatique de gain n'est pas actif, alors, à l'étape CAG+, le procédé comprend le positionnement de la consigne de gain du contrôle automatique de gain CAG à une première consigne de gain présentant

35 une valeur élevée. Par exemple, la première consigne de gain peut être égale à 88 dB.

Si au contraire, à l'étape E2, il est constaté que le contrôle automatique de gain est actif, alors qu'à l'étape E1, il a été détecté un brouillage cocanal vis-à-vis de la fréquence désirée, alors le procédé comprend une étape CAG- de positionnement de la consigne de gain du contrôle automatique de gain CAG à une deuxième consigne de gain

5 présentant une valeur inférieure à la première consigne de gain. Par exemple, la deuxième consigne de gain peut être égale à 82 dB.

En résumé, l'invention propose la modification en temps réel de la consigne de gain configurable d'un contrôle automatique de gain, dans un récepteur radio FM, ladite consigne de gain étant modifiée en fonction de la détection de présence ou non

10 d'un brouillage cocanal provoqué par des produits d'intermodulation.

Grâce à l'invention, la consigne de gain dudit contrôle automatique de gain peut être très élevée en l'absence d'un tel brouillage cocanal provoqué par des produits d'intermodulation, et réduit lorsque la présence d'un tel brouillage cocanal est détectée.

Il est précisé, en outre, que la présente invention n'est pas limitée au mode de

15 réalisation décrit ci-dessus, et est susceptible de variantes accessibles à l'homme de l'art.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'atténuation d'interférences générées par des produits d'intermodulation vis-à-vis d'un signal radio multiplexé comprenant une fréquence désirée, correspondant à la fréquence d'un signal radio modulé en fréquence qu'un utilisateur souhaite recevoir par l'intermédiaire d'un récepteur radio apte à recevoir des signaux radio modulés en fréquence, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- la mise en œuvre d'un contrôle automatique de gain présentant une consigne de gain configurable entre une première consigne et une deuxième consigne, ladite deuxième consigne étant inférieure à ladite première consigne, ledit contrôle automatique de gain étant activé pour réduire le gain des signaux radio multiplexés reçus lorsque le gain d'un signal radio multiplexé reçu est supérieur à ladite consigne de gain, de telle sorte que, après application dudit contrôle automatique de gain, le gain le plus élevé desdits signaux radio multiplexés reçus soit inférieur ou égal à ladite consigne de gain ;
- la configuration (CAG+) du contrôle automatique de gain de façon à ce que la consigne de gain soit égale à la première consigne ;
- la mise en œuvre d'une détection (E1) de présence d'un brouillage cocanal à la fréquence désirée ;
- si un brouillage cocanal est détecté à la fréquence désirée, alors, si le contrôle automatique de gain est actif (E2), la configuration (CAG-) du contrôle automatique de gain de façon à ce que la consigne de gain soit égale à la deuxième consigne et, si le contrôle automatique de gain n'est pas actif, la configuration (CAG+) du contrôle automatique de gain de façon à ce que la consigne de gain soit égale à la première consigne.

2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la deuxième consigne est inférieure à la première consigne de 3 dB à 12 dB, de préférence de l'ordre de 6 dB.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la première consigne est égale à 88 dB.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la détection de présence d'un brouillage cocanal comprend les étapes suivantes :

- la vérification que ledit signal radio multiplexé présente une bande passante symétrique ;

- la détection et le comptage d'une pluralité de pics de bruit positifs (N^+) et d'une pluralité de pics de bruits négatifs (N^-) dans ledit signal radio multiplexé (MPX) pendant une durée de mesure prédéterminée ;
- le calcul d'un taux de pics de bruit positifs ou négatifs parmi ladite pluralité de pics ;
- la détermination d'un score caractéristique d'une probabilité qu'un brouillage cocanal existe dans ledit signal radio multiplexé (MPX) en fonction dudit taux de pics de bruit positifs ou négatifs.

5. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la détection de présence d'un brouillage cocanal comprend une étape préalable de comparaison du rapport signal sur bruit du signal radio multiplexé (MPX) à un seuil prédéterminé, un pic de bruit positif ou négatif n'étant pris en compte que si ledit rapport signal sur bruit dans ledit signal radio multiplexé (MPX) est supérieur audit seuil prédéterminé, ledit seuil prédéterminé étant de préférence égal à 20 dB.

6. Procédé selon l'une des revendications 4 à 5, dans lequel ledit temps de mesure prédéterminé est égal à 128 ms, plus ou moins 10 ms.

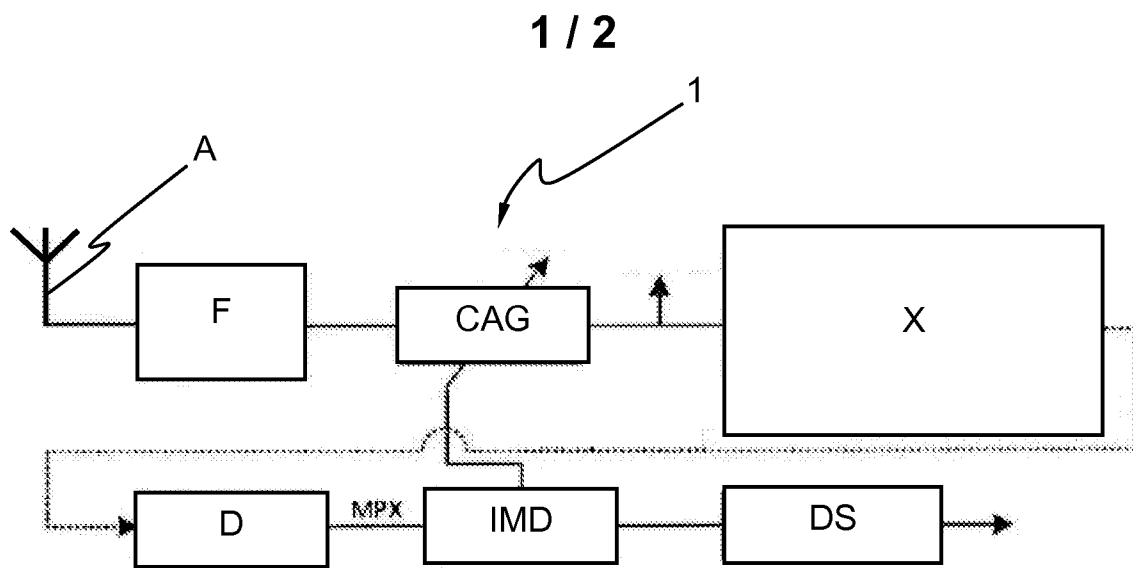
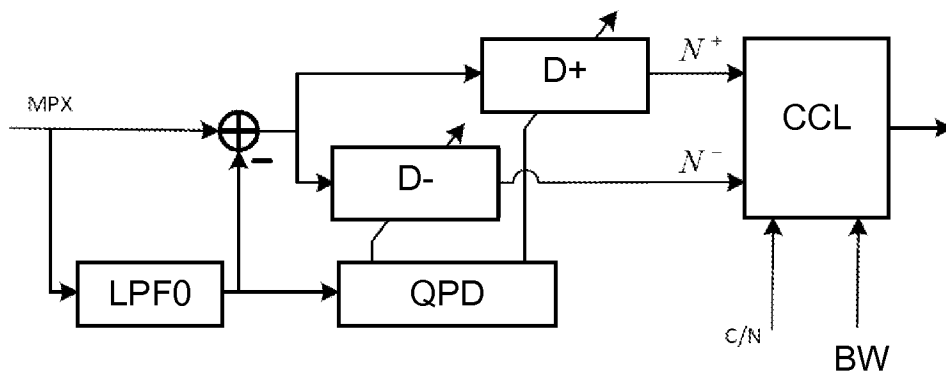
7. Procédé selon l'une des revendications 4 à 6, dans lequel ledit score est déterminé comme étant égal à :

$$1 - K \times \frac{\text{abs}(N_{mean}^+ - N_{mean}^-)}{N_{mean}^v}$$

où N_{mean}^+ est le taux de pics de bruit positifs moyenné sur la durée de mesure prédéterminée, N_{mean}^- est le taux de pics de bruit négatifs moyenné sur la durée de mesure prédéterminée, N_{mean}^v est le nombre total de pics de bruit pris en compte, et K est un facteur d'échelle à déterminer.

8. Récepteur radio (1) comprenant un microcontrôleur configuré pour mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes.

9. Véhicule automobile comprenant un récepteur radio selon la revendication précédente.

**Figure 1****Figure 2**

2 / 2

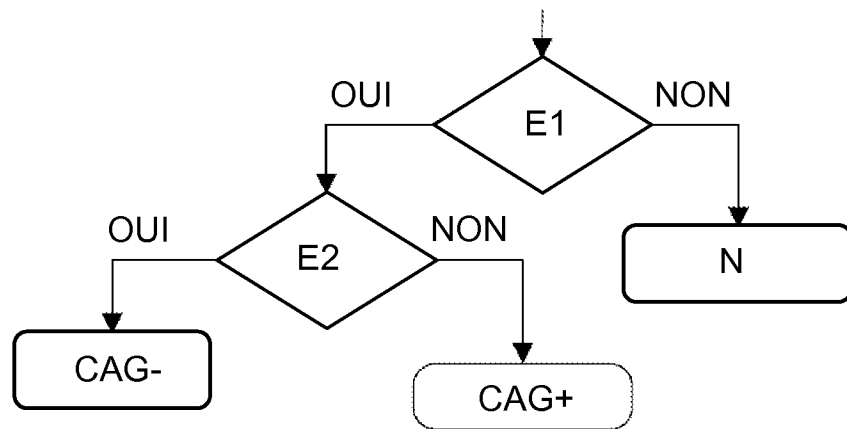


Figure 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2018/050720

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04B1/10

ADD.

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	US 5 390 345 A (WADA MASAHIRO [JP] ET AL) 14 February 1995 (1995-02-14) column 3, paragraph 6 - column 4, paragraph 43; figures 1-2 -----	1-9
A	US 2002/105928 A1 (KAPOOR SAMIR [US] ET AL) 8 August 2002 (2002-08-08) paragraphs [0090] - [0091]; figures 4a, 4b -----	1-9
A	US 2006/268973 A1 (YANG GANNING [US]) 30 November 2006 (2006-11-30) paragraphs [0027] - [0037]; figure 3 -----	1-9



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

22 May 2018

Date of mailing of the international search report

04/06/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ciccarese, Corrado

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2018/050720

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5390345	A	14-02-1995	GB	2250403 A	03-06-1992
			JP	H0437317 A	07-02-1992
			US	5390345 A	14-02-1995
			WO	9119356 A1	12-12-1991

US 2002105928	A1	08-08-2002	US	6795424 B1	21-09-2004
			US	2002105928 A1	08-08-2002
			US	2012134435 A1	31-05-2012
			US	2016181693 A1	23-06-2016

US 2006268973	A1	30-11-2006	AT	458304 T	15-03-2010
			EP	1886407 A2	13-02-2008
			KR	20080044207 A	20-05-2008
			US	2006268973 A1	30-11-2006
			WO	2006130661 A2	07-12-2006

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/050720

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H04B1/10
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	US 5 390 345 A (WADA MASAHIRO [JP] ET AL) 14 février 1995 (1995-02-14) colonne 3, alinéa 6 - colonne 4, alinéa 43; figures 1-2 -----	1-9
A	US 2002/105928 A1 (KAPOOR SAMIR [US] ET AL) 8 août 2002 (2002-08-08) alinéas [0090] - [0091]; figures 4a, 4b -----	1-9
A	US 2006/268973 A1 (YANG GANNING [US]) 30 novembre 2006 (2006-11-30) alinéas [0027] - [0037]; figure 3 -----	1-9



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

22 mai 2018

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/06/2018

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

Ciccarese, Corrado

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2018/050720

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5390345	A	14-02-1995	GB 2250403 A	03-06-1992
			JP H0437317 A	07-02-1992
			US 5390345 A	14-02-1995
			WO 9119356 A1	12-12-1991

US 2002105928	A1	08-08-2002	US 6795424 B1	21-09-2004
			US 2002105928 A1	08-08-2002
			US 2012134435 A1	31-05-2012
			US 2016181693 A1	23-06-2016

US 2006268973	A1	30-11-2006	AT 458304 T	15-03-2010
			EP 1886407 A2	13-02-2008
			KR 20080044207 A	20-05-2008
			US 2006268973 A1	30-11-2006
			WO 2006130661 A2	07-12-2006
