

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 INSTITUT NATIONAL
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
 PARIS

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

3 014 621

②1 N° d'enregistrement national :

13 02902

⑤1 Int Cl⁸ : **H 04 L 5/12 (2013.01)**

⑫2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫2 Date de dépôt : 11.12.13.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 12.06.15 Bulletin 15/24.

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) : BAPTISTE FRANCOIS.

⑦3 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE Société en nom collectif.

⑤4 **METHODE ITERATIVE DE SYNTHESE DE FILTRES NUMERIQUES DE MISE EN FORME D'UN SIGNAL.**

⑤7 Méthode itérative de synthèse de filtres numériques comprenant les étapes suivantes:

La génération d'un filtre d'émission (101) destiné à être appliqué à un signal à émettre,

La génération d'un filtre de réception (102) destiné à être appliqué à un signal reçu,

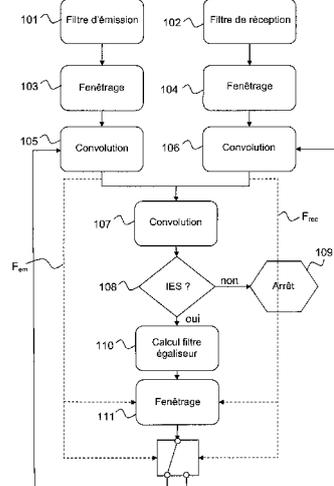
ladite méthode étant caractérisée en ce qu'elle comprend les étapes suivantes exécutées itérativement:

La convolution (107) du filtre d'émission et du filtre de réception pour générer un filtre de transmission,

La détermination (108) d'un critère représentatif du niveau d'interférence inter-symboles sur ledit filtre de transmission et si le niveau d'interférence inter-symboles est supérieur à un niveau donné,

Le calcul d'un filtre égaliseur de l'interférence inter-symboles (110),

Le remplacement du filtre d'émission par le filtre d'émission convolué (105) avec le filtre égaliseur ou le remplacement du filtre de réception par le filtre de réception convolué (106) avec le filtre égaliseur.



FR 3 014 621 - A1



Méthode itérative de synthèse de filtres numériques de mise en forme d'un signal

La présente invention concerne le domaine des filtres de mise en
5 forme d'un signal dans le cadre d'une transmission sans fils en bande étroite
entre un émetteur et un récepteur. L'invention s'applique plus précisément
aux signaux modulés selon une modulation mono-porteuse.

L'invention porte sur une méthode itérative de synthèse de filtres
numériques de mise en forme d'un signal et sur les filtres obtenus par
10 application d'une telle méthode.

L'invention trouve un intérêt particulier notamment lorsqu'elle
s'applique à des filtres de longueurs contraintes.

Dans le domaine des communications numériques sans fils, un signal
15 numérique à transmettre est modulé et filtré avant d'être émis.
Traditionnellement, on applique un premier filtre de mise en forme à un
signal modulé avant sa transmission par voie radio et un second filtre de
mise en forme, adapté au premier filtre, au signal reçu par un récepteur
avant sa démodulation.

20 Le filtre de mise en forme, appliqué à l'émission, et le filtre adapté
appliqué en réception, doivent être conformes à des gabarits de spectre
précis répondant à de nombreuses contraintes. En outre, l'interférence entre
symboles associée aux filtres doit être limitée pour ne pas dégrader les
performances de la démodulation. En outre, pour les modulations linéaires,
25 le rapport entre la puissance crête et la puissance moyenne doit être le plus
faible possible pour pouvoir émettre à une puissance optimale.

Pour respecter toutes ces contraintes et obtenir de bonnes
performances de transmission, la méthode usuelle consiste à utiliser des
filtres en racine de cosinus surélevé. Ces filtres présentent les propriétés
30 adéquates requises pour des filtres de mise en forme notamment car ils

permettent de respecter le critère de Nyquist qui assure une élimination quasi-totale de l'interférence entre symboles.

Cependant, les filtres en racine de cosinus surélevé ne conservent leurs bonnes propriétés que lorsqu'ils sont synthétisés avec un grand
5 nombre de coefficients. En effet, la troncature du filtre à un nombre de coefficients réduits diminue la sélectivité en fréquence du filtre.

Or, lorsque la capacité du processeur qui exécute le filtrage de mise en forme est limitée, l'utilisation de filtres de grande longueur est proscrite. Même pour des processeurs ayant des capacités de calcul plus élevées,
10 l'opération de filtrage reste souvent une opération complexe à réaliser, la complexité étant directement proportionnelle à la longueur du filtre.

Il existe donc un besoin pour synthétiser des filtres de mise en forme de longueur courte, c'est-à-dire avec un faible nombre de coefficients.

Une alternative pour améliorer les performances consiste à appliquer
15 une fenêtre de pondération au filtre tronqué, par exemple une fenêtre de Blackman ou une fenêtre de Hamming, cependant cette méthode génère de l'interférence entre symboles.

Le problème technique que vise à résoudre la présente invention consiste ainsi à trouver une méthode de synthèse de filtres de mise en forme
20 qui permette d'assurer la réalisation de filtres ayant des bonnes propriétés en termes d'interférence entre symboles et de facteur crête malgré leur longueur contrainte.

Des méthodes de synthèse de filtres numériques adaptés pour la mise
25 en forme de signaux à transmettre sont notamment décrites dans les publications de demandes de brevet EP 0441732 et WO 2000065790.

Ces solutions présentent notamment les inconvénients suivants. La solution proposée dans la demande EP 0441732 ne s'applique qu'aux modulations multi-porteuses tandis que la solution proposée dans la
30 demande WO 2000065790 nécessite l'emploi d'une fonction de fenêtrage particulière.

L'invention propose une solution au problème précité qui consiste notamment à compenser de façon itérative l'interférence inter symboles de façon globale sur le filtre de transmission égal à la convolution du filtre d'émission avec le filtre de réception.

L'invention présente notamment l'avantage de permettre une adaptation fine des paramètres des filtres à synthétiser en fonction des contraintes de gabarit visé et des contraintes sur les longueurs des filtres respectifs en émission et réception.

L'invention a ainsi pour objet une méthode itérative de synthèse de filtres numériques comprenant les étapes suivantes :

- La génération d'un filtre d'émission destiné à être appliqué à un signal à émettre,
- La génération d'un filtre de réception destiné à être appliqué à un signal reçu,

ladite méthode étant caractérisée en ce qu'elle comprend les étapes suivantes exécutées itérativement :

- La convolution du filtre d'émission et du filtre de réception pour générer un filtre de transmission,
- La détermination d'un critère représentatif du niveau d'interférence inter-symboles sur ledit filtre de transmission et si le niveau d'interférence inter-symboles est supérieur à un niveau donné,
- Le calcul d'un filtre égaliseur de l'interférence inter-symboles,
- Le remplacement du filtre d'émission par le filtre d'émission convolué avec le filtre égaliseur ou le remplacement du filtre de réception par le filtre de réception convolué avec le filtre égaliseur.

Selon un aspect particulier de l'invention, le choix de la convolution du filtre égaliseur avec le filtre d'émission ou le filtre de réception est effectué en

fonction d'un gabarit fréquentiel désiré du filtre d'émission et/ou du filtre de réception.

Selon un autre aspect particulier de l'invention, les itérations d'exécution sont arrêtées lorsque le niveau d'interférence inter-symboles est
5 inférieur à un seuil donné.

Selon un aspect particulier de l'invention, le critère représentatif du niveau d'interférence inter-symboles sur le filtre de transmission est pris égal au ratio entre la somme des valeurs absolues des coefficients dudit filtre hormis le coefficient central et la valeur absolue du coefficient central dudit
10 filtre.

Selon un aspect particulier de l'invention, le filtre égaliseur est multiplié par une fenêtre de pondération, le type de fenêtre de pondération étant sélectionné en fonction de la vitesse de convergence souhaitée de la méthode itérative.

15 Selon un aspect particulier de l'invention, le filtre d'émission et le filtre de réception sont des filtres en racine de cosinus surélevé.

Selon un aspect particulier de l'invention, les filtres en racine de cosinus surélevé sont multipliés par une fenêtre de pondération.

L'invention a également pour objet un programme d'ordinateur
20 comportant des instructions pour l'exécution de la méthode itérative de synthèse de filtres selon l'invention, lorsque le programme est exécuté par un processeur ainsi qu'un filtre d'émission ou filtre de réception obtenu à partir de l'exécution de la méthode itérative de synthèse de filtres selon l'invention.

25 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit en relation des figures annexées qui représentent :

- La figure 1, un organigramme des étapes de mise en œuvre du procédé de synthèse de filtres numériques selon l'invention,
- 30 - La figure 2, un diagramme de Kiviat illustrant les performances comparatives de filtres numériques obtenus par des méthodes

usuelles et de filtres obtenus par exécution de la méthode itérative selon l'invention.

Le procédé itératif selon l'invention est initialisé avec la génération
5 d'un premier filtre numérique d'émission 101 destiné à être appliqué à un signal modulé à émettre et d'un second filtre numérique de réception 102 destiné à être appliqué au signal reçu par un récepteur au préalable de sa démodulation.

Le filtre d'émission 101 et le filtre de réception 102 peuvent être des
10 filtres en racine de cosinus surélevé comme usuellement employés dans le domaine des communications numériques.

Le filtre d'émission 101 et le filtre de réception 102 sont ensuite tronqués pour limiter leur longueur, et donc leur nombre de coefficients, afin de satisfaire aux contraintes d'implémentations de l'opération de filtrage dans
15 les équipements émetteurs et récepteurs.

Optionnellement, le filtre d'émission 101 et le filtre de réception 102 peuvent être multipliés par une fenêtre de pondération 103,104 par exemple une fenêtre de Hamming ou une fenêtre de Blackman. L'opération de troncature des filtres peut également être considérée comme une
20 multiplication par une fenêtre de pondération rectangulaire.

La première itération du procédé selon l'invention débute avec la convolution 107 du filtre d'émission 101 et du filtre de réception 102, les filtres étant éventuellement pondérés par une fenêtre. L'opération de convolution 107 permet d'obtenir le filtre global de transmission, autrement dit l'opération globale de filtrage que subit le signal entre la sortie du modulateur de l'équipement émetteur et l'entrée du démodulateur de l'équipement récepteur.
25

Un critère 108 représentatif du niveau d'interférence inter symboles sur le filtre de transmission F_{trans} est ensuite calculé. La détermination du
30 niveau d'interférence inter symboles est une pratique bien connue de l'Homme du métier spécialiste des communications numériques.

L'interférence inter symboles est un phénomène de distorsion qui a pour conséquence que, lorsqu'un signal est filtré par un filtre ayant un niveau d'interférences inter symboles non nul, le symbole courant peut être pollué par les symboles précédents.

- 5 Un critère représentatif de l'interférence inter symboles est par exemple donné par la relation suivante :

$$D_{\max} = \frac{\sum_{n \neq 0} |r(nT)|}{|r(0)|}, \text{ où } r(nT) \text{ sont les coefficients du filtre R pris aux temps}$$

symboles nT.

- 10 Lorsque le rapport D_{\max} , est strictement inférieur à 1, le diagramme de l'œil du signal filtré par le filtre R est complètement ouvert et l'interférence inter symboles est nulle. Inversement, un rapport D_{\max} supérieur à 1 est indicateur de la présence d'interférence inter symboles.

- 15 Si le niveau d'interférence inter symboles du filtre de transmission est faible, autrement dit si le critère 108 représentatif du niveau d'interférence inter symboles est inférieur à un seuil donné, le procédé selon l'invention est arrêté à l'itération courante et les filtres d'émission et de réception synthétisés sont ceux obtenus à la dernière itération.

- 20 Si le niveau d'interférence inter symboles du filtre de transmission est élevé, autrement dit si le critère 108 représentatif du niveau d'interférence inter symboles est supérieur à un seuil donné, alors un filtre égaliseur 110 est calculé pour réduire le niveau d'interférence inter symboles. Ici encore, l'Homme du métier saura, sans difficulté, calculer un filtre égaliseur adapté à
- 25 partir des connaissances générales du domaine des communications numériques telles que décrites par exemple dans l'ouvrage de référence « Digital communications », John Proakis et al. chap 10-2 linear equalization.

- Le filtre égaliseur 110 est ensuite tronqué via une opération de fenêtrage 111 pour limiter son nombre de coefficients au nombre de
- 30 coefficients du filtre d'émission 101 ou du filtre de réception 102.

La troncature du filtre égaliseur 110 peut notamment consister à ne sélectionner que les N premiers coefficients du filtre, N étant le nombre de coefficients souhaité.

Optionnellement, l'opération de fenêtrage 110 peut également
5 consister à multiplier le filtre égaliseur par une fenêtre de pondération afin de paramétrer la vitesse de convergence du procédé itératif selon l'invention. Une fenêtre rectangulaire (fenêtre de troncature) entraînera une convergence rapide alors qu'une fenêtre de pondération du type Blackman ou Hamming entraînera une convergence plus lente.

10 Une étape d'aiguillage 112 permet ensuite d'orienter l'application du filtre égaliseur sur le filtre d'émission ou sur le filtre de réception. L'aiguillage 112 est paramétré en fonction de la proximité de la réponse fréquentielle desdits filtres à un gabarit visé.

Si le choix d'aiguillage 112 se porte sur le filtre d'émission 101, alors
15 ce dernier est convolué 105 avec le filtre égaliseur 110 pour obtenir un nouveau filtre d'émission Fem qui sert de point d'entrée à l'itération suivante.

De même, si le choix d'aiguillage 112 se porte sur le filtre de réception
102, alors ce dernier est convolué 106 avec le filtre égaliseur 110 pour obtenir un nouveau filtre de réception Frec qui sert de point d'entrée à
20 l'itération suivante.

A chaque itération, le filtre égaliseur est appliqué sur l'un ou l'autre des deux filtres Fem, Frec et le filtre résultant de cette convolution remplace le filtre obtenu à l'itération précédente.

L'application alternative du filtre égaliseur sur la voie d'émission ou la
25 voie de réception permet d'ajuster au mieux les caractéristiques spectrales des filtres, leur sélectivité fréquentielle et le facteur crête.

La figure 2 illustre, sur un diagramme de Kiviat, les performances de
30 filtres numériques synthétisés via une méthode usuelle ou via la méthode itérative selon l'invention.

Les performances de différents filtres sont représentées sur le diagramme de Kiviat de la figure 2 en fonction de cinq caractéristiques :

- le facteur crête 201 ou « back off » en anglais,
- la tenue à la désynchronisation temporelle 202, autrement dit la désynchronisation temporelle minimum qui entraîne une erreur de détection d'un symbole filtré en réception,
- la tenue aux canaux adjacents 203, autrement dit l'atténuation moyenne du filtre numérique de réception dans un canal adjacent,
- la bande à 99% d'énergie 204, c'est-à-dire la bande de fréquence minimale contenant plus de 99% de l'énergie de la réponse impulsionnelle du filtre numérique d'émission,
- le rapport signal à bruit 205 nécessaire pour obtenir un taux d'erreur paquet inférieur ou égal à 10^{-2} sur le signal reçu.

Les caractéristiques représentées sur le diagramme de la figure 2 sont celles du filtre global de transmission constitué par la convolution du filtre d'émission et du filtre de réception. Tous les filtres d'émission et de réception utilisés sont des filtres en racine de cosinus surélevé. Dans l'exemple de la figure 2, la longueur du filtre d'émission représente 5 symboles $1/3$ et la longueur du filtre de réception représente 8 symboles.

Le diagramme 210 correspond à un filtre d'émission et un filtre de réception de coefficients de retombée (ou coefficients de roll-off) de 0,35 multipliés par une fenêtre rectangulaire et sans application de la méthode itérative selon l'invention.

Le diagramme 211 correspond à un filtre d'émission et un filtre de réception de coefficients de retombée (ou coefficients de roll-off) de 0,25 multipliés par une fenêtre rectangulaire et sans application de la méthode itérative selon l'invention.

Le diagramme 212 correspond à un filtre d'émission et un filtre de réception de coefficients de retombée (ou coefficients de roll-off) de 0,25 multipliés par une fenêtre rectangulaire et avec application de la méthode

itérative selon l'invention avec une première itération dans laquelle le filtre égaliseur est appliqué au filtre de réception et une seconde itération dans laquelle le filtre égaliseur est appliqué au filtre d'émission.

Le diagramme 213 correspond à un filtre d'émission et un filtre de
5 réception de coefficients de retombée (ou coefficients de roll-off) de 0,35 multipliés par une fenêtre Gaussienne (l'écart type étant égal à 0.56 pour le filtre d'émission et à 1 pour le filtre de réception) et avec application de la méthode itérative selon l'invention avec une première itération dans laquelle le filtre égaliseur est appliqué au filtre de réception et une seconde itération
10 dans laquelle le filtre égaliseur est appliqué au filtre d'émission.

Le diagramme 214 correspond à un filtre d'émission et un filtre de
réception de coefficients de retombée (ou coefficients de roll-off) de 0,45 multipliés par une fenêtre de Hamming et avec application de la méthode itérative selon l'invention avec une première itération dans laquelle le filtre
15 égaliseur est appliqué au filtre de réception et une seconde itération dans laquelle le filtre égaliseur est appliqué au filtre d'émission.

Enfin, le diagramme 215 correspond à un filtre d'émission de
coefficient de retombée (ou coefficient de roll-off) de 0,48 multiplié par une
fenêtre de Tukey de paramètre 0,26 et un filtre de réception de coefficient de
20 retombée de 0,35 multiplié par une fenêtre rectangulaire et avec application de la méthode itérative selon l'invention avec une première itération dans laquelle le filtre égaliseur est appliqué au filtre de réception et une seconde itération dans laquelle le filtre égaliseur est appliqué au filtre d'émission.

25 On vérifie de manière générale sur le diagramme de la figure 2 que les configurations les plus favorables spectralement sont celles les plus défavorables temporellement et vice et versa. Cependant au-delà de cette première constatation, certaines configurations se comportent mieux que d'autres.

30 Par exemple, l'effet de la méthode itérative selon l'invention sur les filtres de coefficients de retombée égaux à 0.25 (diagramme 212 par rapport

au diagramme 211) est important, le gain en rapport signal à bruit est de 0.6dB.

On constate également que le filtre correspondant au diagramme 213 a des caractéristiques globalement meilleures que le filtre de référence
5 correspondant au diagramme 210. Les performances en taux d'erreur sont également meilleures. Le gain sur le facteur crête est d'environ 0.20dB.

Enfin, le filtre correspondant au diagramme 215 permet de maximiser le couple { facteur crête, rapport signal à bruit } avec un gain cumulé de plus de 0.4 dB.

10

La méthode itérative de synthèse de filtres numériques selon l'invention peut être mise en œuvre en tant que programme d'ordinateur comportant des instructions pour son exécution. Le programme d'ordinateur peut être enregistré sur un support d'enregistrement lisible par un
15 processeur.

20

REVENDICATIONS

1. Méthode itérative de synthèse de filtres numériques comprenant les
5 étapes suivantes :
 - La génération d'un filtre d'émission (101) destiné à être appliqué à un signal à émettre,
 - La génération d'un filtre de réception (102) destiné à être appliqué à un signal reçu,
- 10 ladite méthode étant caractérisée en ce qu'elle comprend les étapes suivantes exécutées itérativement :
 - La convolution (107) du filtre d'émission et du filtre de réception pour générer un filtre de transmission,
 - La détermination (108) d'un critère représentatif du niveau
15 d'interférence inter-symboles sur ledit filtre de transmission et si le niveau d'interférence inter-symboles est supérieur à un niveau donné,
 - Le calcul d'un filtre égaliseur de l'interférence inter-symboles (110),
 - Le remplacement du filtre d'émission par le filtre d'émission
20 convolué (105) avec le filtre égaliseur ou le remplacement du filtre de réception par le filtre de réception convolué (106) avec le filtre égaliseur.
2. Méthode itérative de synthèse de filtres selon l'une des revendications
25 précédentes dans laquelle le choix de la convolution du filtre égaliseur avec le filtre d'émission ou le filtre de réception est effectué en fonction d'un gabarit fréquentiel désiré du filtre d'émission et/ou du filtre de réception.
- 30 3. Méthode itérative de synthèse de filtres selon l'une des revendications précédentes dans laquelle les itérations d'exécution sont arrêtées (109)

lorsque le niveau d'interférence inter-symboles est inférieur à un seuil donné.

4. Méthode itérative de synthèse de filtres selon l'une des revendications précédentes dans laquelle le critère représentatif du niveau d'interférence inter-symboles sur le filtre de transmission est pris égal au ratio entre la somme des valeurs absolues des coefficients dudit filtre hormis le coefficient central et la valeur absolue du coefficient central dudit filtre.
5. Méthode itérative de synthèse de filtres selon l'une des revendications précédentes dans laquelle le filtre égaliseur est multiplié (111) par une fenêtre de pondération, le type de fenêtre de pondération étant sélectionné en fonction de la vitesse de convergence souhaitée de la méthode itérative.
6. Méthode itérative de synthèse de filtres selon l'une des revendications précédentes dans lequel le filtre d'émission et le filtre de réception sont des filtres en racine de cosinus surélevé.
7. Méthode itérative de synthèse de filtres selon la revendication 6 dans laquelle les filtres en racine de cosinus surélevé sont multipliés (103,104) par une fenêtre de pondération.
8. Programme d'ordinateur comportant des instructions pour l'exécution de la méthode itérative de synthèse de filtres selon l'une des revendications précédentes, lorsque le programme est exécuté par un processeur.
9. Filtre d'émission ou filtre de réception obtenu à partir de l'exécution de la méthode itérative de synthèse de filtres selon l'une des revendications 1 à 7.

1/2

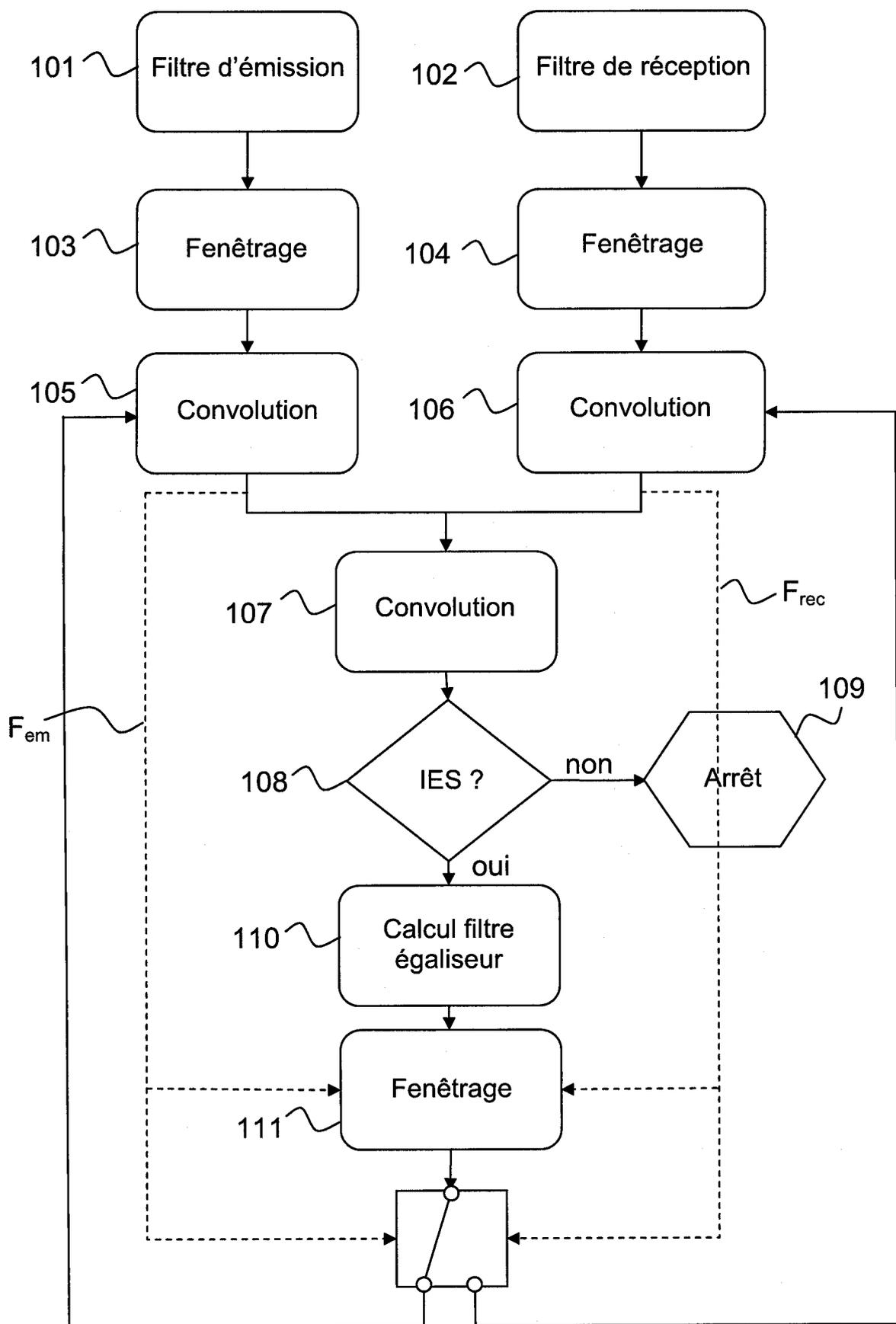


FIG.1

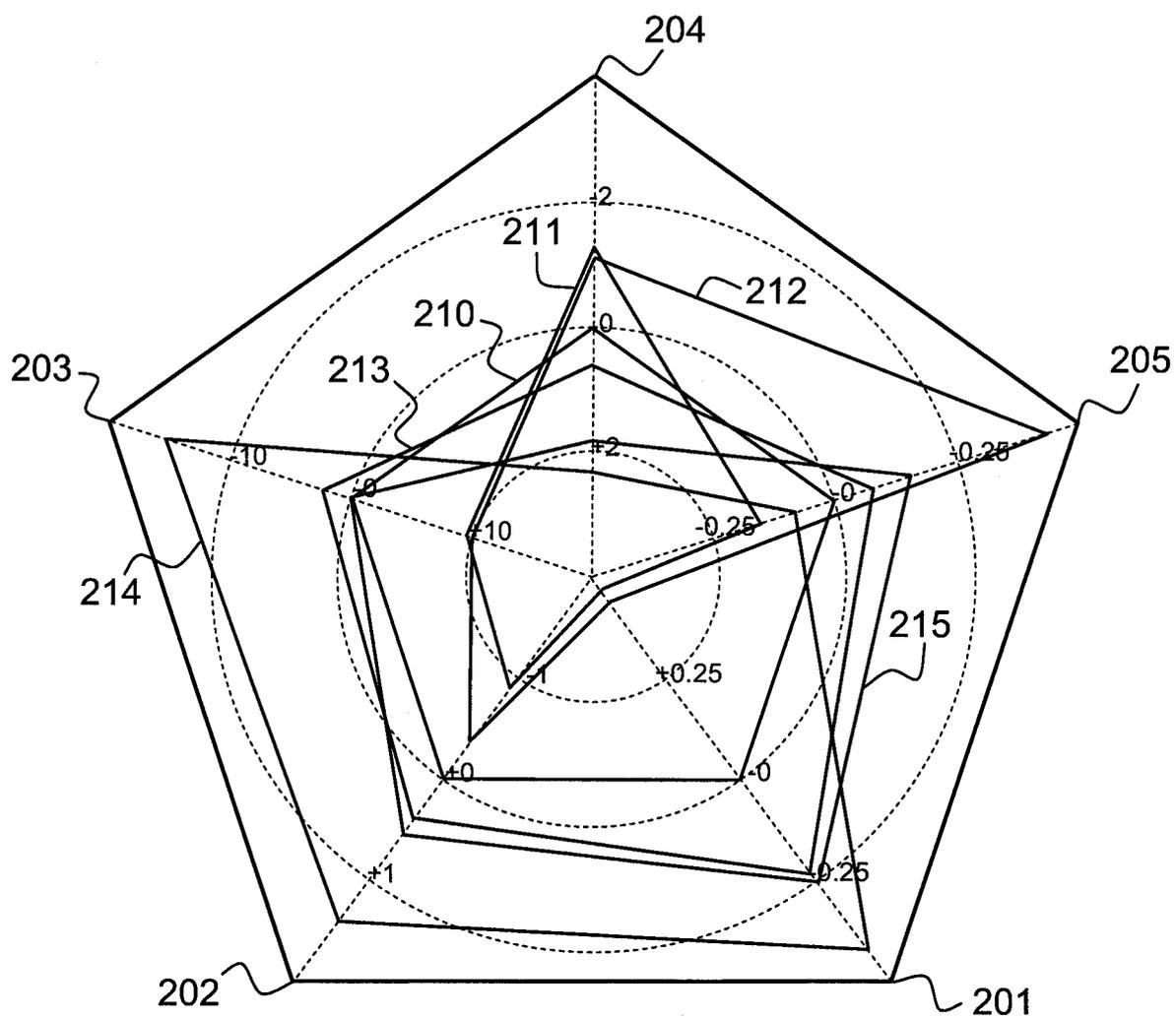


FIG.2



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 792811
FR 1302902

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	TOKER C ET AL: "Joint Transceiver Design for MIMO Channel Shortening", IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, vol. 55, no. 7, 1 juillet 2007 (2007-07-01), pages 3851-3866, XP011185855, ISSN: 1053-587X, DOI: 10.1109/TSP.2007.894231 * abrégé; figure 1 * * chapitres I, IV.C, IV.D *	1-9	H04L5/12
A	HEUNG MOOK KIM ET AL: "Modulation and Pre-Equalization Method to Minimize Time Delay in Equalization Digital On-Channel Repeater", IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 54, no. 2, 1 juin 2008 (2008-06-01), pages 249-256, XP011343419, ISSN: 0018-9316, DOI: 10.1109/TBC.2008.921371 * abrégé * * chapitres III.A, III.B, III.C *	1-9	
A	US 2006/251164 A1 (VISOZ RAPHAEL [FR] ET AL) 9 novembre 2006 (2006-11-09) * alinéa [0026] - alinéa [0033] * * alinéa [0082] - alinéa [0084] *	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H04L H03H
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 septembre 2014		Faber, Thomas	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1302902 FA 792811**

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 **04-09-2014**

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 2006251164 A1	09-11-2006	AT 377305 T	15-11-2007
		CN 1860712 A	08-11-2006
		DE 602004009808 T2	09-04-2009
		EP 1658694 A1	24-05-2006
		FR 2859328 A1	04-03-2005
		JP 4554610 B2	29-09-2010
		JP 2007504693 A	01-03-2007
		US 2006251164 A1	09-11-2006
		WO 2005025118 A1	17-03-2005
