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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

PCT

(43) Date de la publication internationale
24 décembre 2008 (24.12.2008)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/155257 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H04J 3/06 (2006.01) *H04L 12/56* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2008/057190

(22) Date de dépôt international : 10 juin 2008 (10.06.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
07/04267 15 juin 2007 (15.06.2007) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **SAGEM DEFENSE SECURITE** [FR/FR]; Le Ponant de Paris, 27 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **RENAUD, Didier** [FR/FR]; C/O SAGEM DEFENSE SECURITE, Le Ponant de Paris, 27 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR). **HENDRYCKX, Gaël** [FR/FR]; C/O SAGEM DEFENSE SECURITE, Le Ponant de Paris, 27 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR).

(74) Mandataire : **MAILLET, Alain**; 5 place Newquay, BP 70250, F-35802 Dinard Cedex (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL,

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title:** METHOD FOR ADJUSTING TRANSMISSION JITTER IN A RECEPTION TERMINAL

(54) **Titre :** PROCÉDÉ DE RÉGULATION DE LA GIGUE DE TRANSMISSION AU SEIN D'UN TERMINAL DE RÉCEPTION

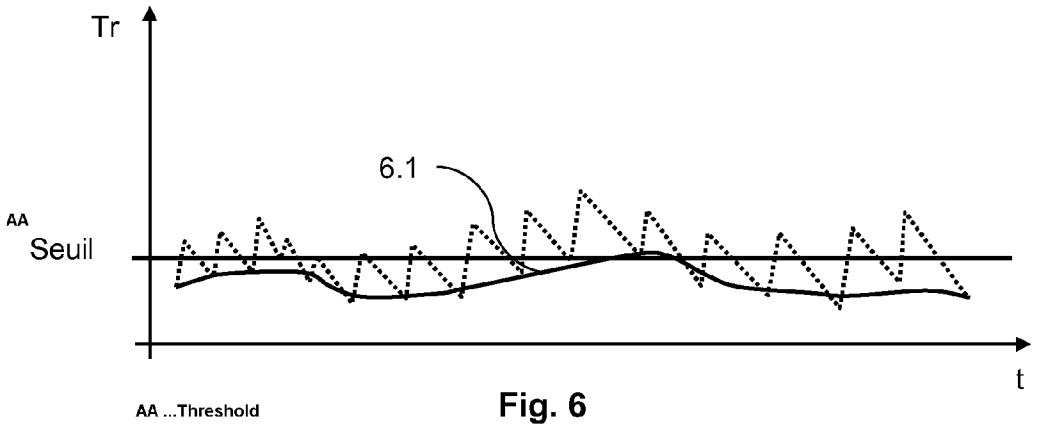

Fig. 6

(57) **Abstract:** The purpose of the invention is to solve the jitter problems in a packet real-time data reception system using a jitter adjustment method based on the calculation of a curve representative of the minimum filling rate of the buffer and by initiating correction operations based on the evolution in time of said curve. The invention can be used for all real-time data flow reception systems using a reception buffer. It is particularly advantageous when the transmission jitter has a pseudo-periodic characteristic.

(57) **Abrégé :** L'invention vise à résoudre les problèmes de gigue dans un système de réception de données temps réel par paquet par un procédé de régulation de gigue basé sur le calcul d'une courbe représentative du taux minimum de remplissage du tampon et par le déclenchement d'opération de correction en fonction de l'évolution dans le temps de cette courbe. Cette invention est applicable à tous les systèmes de réception de flux de données temps réels utilisant un tampon de réception. Elle est cependant particulièrement avantageuse lorsque la gigue de transmission présente un caractère pseudopériodique.

WO 2008/155257 A1

NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

Procédé de régulation de la gigue de transmission au sein d'un terminal de réception

La présente invention concerne un procédé de régulation de la gigue au sein d'un système de réception d'un flux de données numériques temps réel par paquets. Elle s'applique tout particulièrement, mais pas limitativement, dans le domaine de la réception de la voix transmise via un réseau de communication par paquets comme le réseau Internet.

Dans ce document, nous définissons les flux de données temps réels comme des flux de données transmis à destination d'un terminal de réception qui consomme les données envoyées selon un rythme donné. C'est, par exemple, le cas de flux de données sonores ou vidéo qui sont restitués par le terminal. Lorsque ces flux de données sont transmis par un réseau de communication de données par paquets comme, le réseau Internet, les paquets de données transmis n'ont pas un temps de transmission borné. Il en résulte que tous les paquets de données, même émis à un rythme régulier, correspondant au rythme de consommation par le terminal de réception, ne sont pas reçus de manière régulière par le terminal de réception. Il s'ensuit que des paquets peuvent arriver plus rapidement que d'autres, allant jusqu'à modifier la séquence d'arrivée des paquets. Par ailleurs, le rythme d'émission et celui

de consommation ne peuvent pas être synchronisés de façon parfaite, entraînant une dérive dans le temps entre l'émission des paquets par la source et leur réception par le terminal. Ces phénomènes sont connus sous le nom de gigue de transmission.

Il est connu de résoudre ce problème par l'utilisation d'un tampon d'entrée au niveau du terminal de réception. Les paquets de données reçus sont accumulés dans ce tampon d'entrée avant d'être transmis au module gérant la restitution et constituant le consommateur de ces données. Lors du démarrage du système, le consommateur n'est lancé qu'après l'accumulation d'une quantité conséquente de données dans le tampon. Les irrégularités dans la réception du flux se traduisent par une variation du taux de remplissage du tampon de réception. Ces variations, tant qu'elles restent dans certaines limites, c'est-à-dire tant qu'elles ne conduisent ni au vidage complet du tampon ni à son remplissage complet, permettent au consommateur de consommer les données reçues à son rythme sans blocage ni perte de données. Dans le cas où le tampon arrive à se vider, le consommateur ne trouve plus de données à consommer et la restitution s'arrête. Dans le cas où le tampon se trouve plein, de nouvelles données reçues ne peuvent être mémorisées et sont perdues. On voit donc que le fait d'adopter un grand tampon en réception permet de se prémunir contre la gigue. Ceci se fait toutefois au prix de la latence.

Celle-ci se définit par le temps entre le moment de l'émission d'un paquet de données par la source et le moment de sa consommation par le consommateur sur le terminal de réception. Dans un système, basé sur un tampon de réception et en admettant négligeable la dérive entre le rythme d'émission et celui de la consommation, la latence est définie par le temps nécessaire pour accumuler des données dans le tampon de réception avant de démarrer le consommateur. Plus le tampon est grand et plus on accumule de données dans ce tampon avant de lancer le consommateur, plus on est résistant vis-à-vis de la gigue mais plus on introduit de latence. Selon l'application envisagée, ce temps de latence est plus ou moins préjudiciable. Alors qu'une application de vidéo à la demande, par exemple, supportera sans préjudice notable pour l'utilisateur un temps de latence relativement important de l'ordre de quelques secondes, ce même temps de latence de plusieurs secondes sera difficilement supportable dans une application de téléphonie. Dans une telle application, il est nécessaire qu'une parole d'un interlocuteur soit reproduite rapidement par le terminal de l'autre interlocuteur. De plus, les tampons de réception ont un coût dans la fabrication du terminal. Dans ce contexte, on cherche donc à

réduire la taille du tampon de réception, tout en cherchant une protection efficace contre la gigue de transmission. On adopte donc des tampons dont la taille ne permet pas de se garantir parfaitement contre des situations dites de famine correspondant à un tampon vide, ou d'engorgement correspondant à un tampon plein.

Il est, dès lors, nécessaire d'adopter des techniques de régulation de gigue supplémentaires pour éviter, autant que faire se peut, ces situations de famine et/ou d'engorgement du tampon de réception.

Un certain nombre de techniques de correction bien connues permettent de jouer sur le taux de remplissage du tampon. Parmi ces techniques, nous pouvons citer le fait de modifier le rythme d'émission des paquets de données par la source. Cette modification peut être pilotée par le terminal de réception en fonction du taux de remplissage du tampon. Il est également possible, au moins dans certaines applications, de jouer sur le rythme de consommation des données par le consommateur responsable de la restitution. Par exemple, il est possible d'éliminer certains échantillons dans une application audio ou de les dupliquer. Alors que les données sont manipulées sous la forme de paquets de données dont la taille dépend du protocole de transmission, par exemple des paquets IP pour le protocole IP, ces mêmes données sont manipulées sous la forme d'échantillons au niveau du consommateur et de la restitution. Le paquet est l'unité de transport, tandis que l'échantillon est l'unité sémantique ayant un sens pour la restitution. Par exemple, un échantillon sera constitué d'une image pour un flux vidéo et d'un échantillon sonore pour un flux audio. Les échantillons sont transportés au sein des paquets lors de la transmission. Les applications de restitution du son sont capables de gérer ces échantillons manquants ou dupliqués. La restitution, par exemple de la voix, reste intelligible quoique dégradée dans sa qualité. Cette dégradation est généralement mieux perçue par l'utilisateur qu'une coupure de la restitution ou qu'une perte d'une partie du message. Coupure ou perte qui est le résultat d'un état de famine ou d'engorgement du tampon. Ces opérations de régulation du taux de remplissage sont généralement déclenchées en fonction de seuils de remplissage du tampon. On utilise alors deux seuils, un seuil bas et un seuil haut. Dès que le taux de remplissage du tampon passe en dessous du seuil bas et que donc il y a une menace de famine, on déclenche une opération visant à augmenter le taux de remplissage, par exemple par duplication des échantillons de données ou en augmentant le rythme d'envoi des paquets par la source. Dès que le taux de remplissage dépasse le seuil haut et que donc

il y a un risque d'engorgement, on déclenche une opération visant à diminuer le taux de remplissage, par exemple en supprimant certains échantillons de données ou en diminuant le rythme d'envoi des paquets par la source.

Dans certains systèmes, en particulier dans des systèmes de transport de la voix sur réseau IP à destination de terminaux mobiles, le dernier tronçon de communication étant une communication sans fil, la gigue possède certaines caractéristiques particulières. Le réseau Internet introduit une gigue que l'on peut qualifier de pseudo aléatoire où il est difficile de prédire le temps de parcours de chaque paquet. Par contre les systèmes de communication sans fil de données utilisés sur les réseaux de téléphonie mobile utilisent un mode de transmission par rafale (*burst* en anglais). La conjonction de ces deux types de réseaux dans la transmission introduit une gigue que l'on peut qualifier de pseudopériodique entraînant une variation importante pseudopériodique du taux de remplissage du tampon de réception du terminal. L'utilisation des techniques susmentionnées de régulation de gigue dans ce contexte conduit à une correction excessive du taux de remplissage du tampon au détriment de la qualité de la restitution. En effet, nous avons vu que les opérations visant à jouer sur le taux de remplissage du tampon, par exemple par suppression ou duplication d'échantillons dégradent la restitution, par exemple audio, du flux reçu.

L'invention vise à résoudre les problèmes précédents par un procédé de régulation de gigue basé sur le calcul d'une courbe représentative du taux minimum de remplissage du tampon et par le déclenchement d'opération de correction en fonction de l'évolution dans le temps de cette courbe. Cette invention est applicable à tous les systèmes de réception de flux de données temps réels utilisant un tampon de réception. Elle est cependant particulièrement avantageuse lorsque la gigue de transmission présente un caractère pseudopériodique.

La présente invention concerne un procédé de régulation de la gigue de transmission au sein d'un terminal de réception d'un flux de données temps réels transmis par paquets de données, ledit terminal disposant d'un tampon de réception pour mémoriser les échantillons de données transmis au sein des paquets de données reçus et d'un module de restitution desdits échantillons consommant lesdits échantillons mémorisés dans ledit tampon de réception comprenant une étape de définition d'un seuil bas et d'un seuil haut de remplissage dudit tampon de réception ; une étape de calcul d'une courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception ; une étape de

déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à réduire le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au dessus dudit seuil haut et une étape de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à augmenter le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au dessous dudit seuil bas.

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, l'étape de calcul de la courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum est calculée pour un indice temporel *N* par les étapes suivantes :

- la valeur de la courbe pour l'indice *N* est calculée par ajout d'un incrément à la valeur de la courbe pour l'indice *N-1* ;
- si cette valeur est supérieure au taux de remplissage du tampon pour l'indice *N*, ce taux de remplissage est affecté à la valeur de la courbe calculée pour l'indice *N*.

L'invention concerne également un procédé de régulation de la gigue de transmission au sein d'un terminal de réception d'un flux de données temps réels transmis par paquets de données, ledit terminal disposant d'un tampon de réception pour mémoriser les échantillons de données transmis au sein des paquets de données reçus et d'un module de restitution desdits échantillons consommant lesdits échantillons mémorisés dans ledit tampon de réception comprenant une étape de définition d'un seuil bas et d'un seuil haut de remplissage dudit tampon de réception ; une étape de calcul d'une courbe relative à l'évolution dans le temps du maximum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception ; une étape de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à réduire le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au dessus dudit seuil haut et une étape de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à augmenter le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au dessous dudit seuil bas.

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, l'étape de calcul de la courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum est calculée pour un indice temporel *N* par les étapes suivantes :

- la valeur de la courbe pour l'indice *N* est calculée par soustraction d'un incrément à la valeur de la courbe pour l'indice *N-1* ;

- si cette valeur est inférieure au taux de remplissage du tampon pour l'indice *N*, ce taux de remplissage est affecté à la valeur de la courbe calculée pour l'indice *N*.

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, le procédé comporte en outre une étape de filtrage de la courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception visant à lisser cette courbe et que les étapes de déclenchement des opérations de correction se font à partir de la courbe filtrée.

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, l'étape de filtrage se fait par application d'un filtre du premier ordre sur la courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception.

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, le procédé comporte en outre :

- une étape de définition d'un seuil de désengorgement ;
- une étape de déclenchement d'une opération de désengorgement lorsque le taux de remplissage dudit tampon de réception dépasse le seuil de désengorgement.

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, l'opération de désengorgement est prioritaire sur les opérations de correction de la gigue.

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, l'opération de désengorgement consiste en la suppression d'un échantillon sur deux lors de la consommation des échantillons du tampon de réception.

L'invention concerne également un terminal de réception d'un flux de données temps réels transmis par paquets de données comprenant un tampon de réception pour mémoriser les échantillons de données transmis au sein des paquets de données reçus ; un module de restitution desdits échantillons consommant lesdits échantillons mémorisés dans ledit tampon de réception ; des moyens de définition d'un seuil bas et d'un seuil haut de remplissage dudit tampon de réception ; des moyens de calcul d'une courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception ; des moyens de déclenchement d'une

opération de correction de la gigue visant à réduire le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au-dessus dudit seuil haut et des moyens de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à augmenter le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au-dessous dudit seuil bas.

L'invention concerne également un terminal de réception d'un flux de données temps réels transmis par paquets de données comprenant un tampon de réception pour mémoriser les échantillons de données transmis au sein des paquets de données reçus ; un module de restitution desdits échantillons consommant lesdits échantillons mémorisés dans ledit tampon de réception ; des moyens de définition d'un seuil bas et d'un seuil haut de remplissage dudit tampon de réception ; des moyens de calcul d'une courbe relative à l'évolution dans le temps du maximum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception ; des moyens de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à réduire le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au-dessus dudit seuil haut et des moyens de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à augmenter le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au dessous dudit seuil bas.

Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels :

La Fig. 1 illustre un exemple de composante pseudopériodique de la gigue.

La Fig. 2 illustre un exemple de gigue comprenant une composante pseudopériodique.

La Fig. 3 illustre le calcul d'une courbe de crête minimum selon un exemple de réalisation de l'invention.

La Fig. 4 illustre la définition de la valeur Δmin.

La Fig. 5 illustre une courbe de crête minimum selon un exemple de réalisation de l'invention.

La Fig. 6 illustre une courbe de minimum filtrée selon un exemple de réalisation de l'invention.

La Fig. 7 illustre l'organigramme de calcul d'une courbe de crête minimum selon un exemple de réalisation de l'invention.

La Fig. 8 illustre un exemple d'architecture matérielle d'un terminal de réception selon un exemple de réalisation de l'invention.

L'exemple de réalisation de l'invention qui va maintenant être décrit précisément se place dans le contexte de la transmission de la voix sur des réseaux IP. Dans ce contexte, la communication audio entre deux terminaux de communication est codée numériquement au niveau d'un terminal. Elle est ensuite transmise sous la forme de paquets de données numériques contenant des échantillons audio à un second terminal. Ce second terminal stocke les paquets reçus dans un tampon de réception. Un module de restitution lit les paquets de données dans ce tampon de réception, décode les échantillons audio et reproduit le signal sonore. Ce module fonctionne dans un mode de consommation des échantillons du tampon. Cette consommation se fait à un rythme donné et est donc qualifiée de temps réel.

Dans l'exemple de réalisation de l'invention, les terminaux de communication sont des terminaux sans fils communiquant par radio, avec une station de base au sein d'un réseau de communication cellulaire. Ces réseaux comme le réseau GSM (*Global System for Mobile communications* en anglais) sont aujourd'hui largement répandus.

Ces réseaux prévoient généralement la transmission de la voix via des canaux de trafic synchronisés entre le terminal et la station de base. Aujourd'hui nous assistons au développement des technologies de voix sur IP et il est de plus en plus envisagé de permettre la communication voix à partir de ces terminaux via le canal de communication de données implémentant le protocole de communication IP (*Internet Protocol* en anglais). L'invention se place dans ce contexte. La communication des paquets de données entre les deux terminaux implique donc une première communication entre le terminal et une station de base via le canal de communication de données IP d'un système de téléphonie mobile. Les paquets sont alors transmis à destination du second terminal via un réseau de communication IP généralement filaire et éventuellement le réseau Internet. Dans le cas où le second terminal est également un terminal sans fil, une dernière étape de communication via le canal de transmission de données d'un système de téléphonie sans fil est faite. Il est également possible que l'un des terminaux soit un terminal de communication filaire ayant directement accès à un réseau IP sans passer par une étape de communication sans fil.

Nous avons déjà vu que l'utilisation d'un réseau IP générique comme Internet, par exemple, tend à introduire une gigue dans la transmission. Cette gigue peut être qualifiée de pseudo aléatoire en ce sens que le décalage introduit dans la transmission de chaque paquet ne dépend pas statistiquement des décalages introduits dans la transmission des autres paquets. Il n'en est pas de même, lors de la transmission via le canal de données d'un réseau de téléphonie mobile. En effet, ces réseaux ont développé des techniques de communication par rafale (*burst* en anglais) qui consistent, lorsque l'on veut transmettre des données à un débit donné, à transmettre des rafales de données à un débit plus élevé puis à couper la transmission, ces étapes de transmission et de coupure intervenant périodiquement pour maintenir un débit moyen correspondant au débit voulu. L'avantage de cette technique est de permettre au terminal de couper régulièrement l'alimentation en énergie de ses moyens de réception et d'émission radio afin d'économiser cette énergie souvent fournie par une batterie. Les systèmes implémentant la norme DVB-H (*Digital Video Broadcasting – Handheld* en anglais), par exemple, fonctionnent selon ce principe.

Le phénomène de rafales peut également trouver d'autres origines, celles-ci pouvant se combiner. Elles peuvent également provenir de l'irrégularité de débit occasionné par l'allocation dynamique des ressources partagées en temps dans un système d'accès multiple par division du temps ou TDMA (*Time Division Multiple Access* en anglais), de l'envoi des données par blocs de taille minimale due au système de chiffrement des données ou encore des mécanismes d'itinérance entre cellules (*handover* en anglais).

Concernant la gigue de transmission, ces systèmes par rafale introduisent donc une composante de gigue périodique à la composante de gigue pseudo aléatoire introduite par tout réseau IP. La Fig. 1 illustre le profil de la composante de gigue introduite par le système par rafale visualisée par le taux de remplissage du tampon de réception du terminal. Le taux de remplissage *Tr* du tampon est représenté en ordonnée tandis que le temps *t* est représenté en abscisse. L'augmentation rapide du taux de remplissage, représenté par la portion de courbe 1.1, correspond à la réception d'une rafale de paquets de données, tandis que la portion de courbe 1.2 correspond à la consommation des échantillons de données par le consommateur, c'est-à-dire le module de restitution audio. Lors de cette portion de courbe aucun paquet n'est reçu. Cette courbe est périodique, de période *T*.

À cette composante de gigue introduite par le mode de transmission par rafale du canal de communication de données du système de téléphonie mobile vient s'ajouter la composante pseudo aléatoire due au réseau IP. On obtient alors une courbe dont l'allure générale est illustrée Fig. 2. Sur cette figure est également dessiné un seuil. On constate de ce fait que, lorsque la courbe approche le voisinage d'un seuil, le fait qu'elle soit « en dents de scie » provoque le franchissement fréquent du seuil. De ce fait, les méthodes traditionnelles de régulation de gigue déclenchées par un seuil sur le taux instantané de remplissage du tampon ont pour effet de déclencher de manière très fréquente des opérations de correction. Ce déclenchement fréquent occasionne une dégradation de la qualité de restitution du signal sonore comme nous l'avons vu.

Une des idées à la base de la présente invention est de s'abstraire des évolutions pseudopériodiques de la courbe « en dents de scie » pour limiter le déclenchement des opérations de correction. Pour ce faire, nous allons définir une courbe dite des minimums, représentative de l'évolution du taux minimum de remplissage du tampon de réception. La régulation de la gigue est alors faite en fonction de l'évolution de cette courbe des minimums et non plus de la courbe du taux de remplissage instantané du tampon.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, cette courbe appelée courbe de crête minimum est calculée de la manière suivante : pour chaque unité de temps N on calcule un minimum calculé non filtré $Mcnf(N)$.

$Mcnf(N) := Mcnf(N-1) + incr$;

Si $Mcnf(N) > Tr(N)$ alors $Mcnf(N) := Tr(N)$;

où $Tr(N)$ représente le taux de remplissage réel du tampon à l'instant N et $incr$ est un paramètre dont la valeur sera représentative de la pente de remontée de cette courbe de crête minimum.

La courbe est initialisée à la valeur de la courbe du taux minimum de remplissage instantané, c'est-à-dire que $Mcnf(0) := Tr(0)$. Le procédé de calcul est schématisé sous la forme de l'organigramme de la Fig. 7. Sur cet organigramme, une première étape 7.1 consiste en l'initialisation et le premier incrément de la valeur N indice temporel. Cet indice temporel représente une unité de temps pouvant, par exemple, être le temps élémentaire de consommation d'un échantillon de son. Lors d'une seconde étape 7.2, la courbe de crête minimum est calculée par ajout d'un incrément à la valeur précédente de la courbe de crête. Un test est alors fait, lors d'une

étape 7.3, pour savoir si la nouvelle valeur calculée de la courbe de crête est supérieure à la courbe du taux de remplissage instantané. Dans le cas où ce test est vrai, la nouvelle valeur de la courbe de crête minimum calculée est la valeur du taux de remplissage instantané du tampon, ceci est fait lors d'une étape 7.4. La valeur calculée est alors testée par rapport à un seuil haut lors d'une étape 7.5, si elle est supérieure on déclenche une opération, lors d'une étape 7.7 visant à réduire la taille du tampon, par exemple par la suppression d'échantillons dans le tampon. Si le test de l'étape 7.5 est négatif, la valeur calculée est alors testée par rapport à un seuil bas lors d'une étape 7.6, si elle est inférieure on déclenche une opération, lors d'une étape 7.8 visant à augmenter la taille du tampon, par exemple par la duplication d'échantillons dans le tampon. L'indice temporel est alors incrémenté et l'on reprend à l'étape 7.2.

Ce premier mode de réalisation est représenté Fig. 3 où la courbe *Tr (N)* est représentée en pointillé et référencée 3.1 tandis que la courbe de crête minimum est référencée 3.2. On voit que cette courbe possède une pente croissante linéaire lorsqu'elle est sous la courbe *Tr (N)*, pente déterminée par la valeur du paramètre *incr*, tandis qu'elle suit la courbe *Tr (N)* sinon. L'évolution au cours du temps de cette courbe de crête minimum donne une courbe indicative de l'évolution du minimum de remplissage du tampon au cours du temps.

Le paramètre *incr* est choisi en fonction de la réactivité désirée et des variations réelles de ce minimum. En effet, plus la pente de remontée est importante et plus on sera capable de suivre des variations importantes de ce minimum de remplissage, mais plus la courbe de crête minimum sera « en dents de scie » et présentera les mêmes inconvénients que la courbe du taux de remplissage instantané. Une valeur trop faible de cette pente rendra difficile le suivi, à la hausse, du minimum de remplissage. Dans l'exemple de réalisation, des valeurs du paramètre *incr* donnant une pente voisine de 10 % ont donné de bons résultats. Lorsque la courbe d'unité de temps utilisée pour calculer la courbe est le temps nécessaire au consommateur pour consommer un paquet, c'est-à-dire dans le cas d'un décodeur audio, le temps nécessaire pour décoder un échantillon de son, la portion de courbe 1.2 est présente une pente descendante à 45 %. Dans ce contexte, on peut exprimer la pente de la courbe de crête minimum comme dépendante d'une valeur Δmin référencée 4.1 sur la Fig. 4, la pente est donc :

$incr := \Delta min/(T-\Delta min)$;

Exprimée de cette façon, on choisira avantageusement Δmin inférieur à la différence des deux seuils, le seuil haut et le seuil bas, de déclenchement des opérations de correction.

La Fig. 5 illustre l'impact du calcul d'une telle courbe de crête minimum lorsque celle-ci est utilisée conjointement à un seuil. On retrouve sur la figure la courbe représentant le taux de remplissage réel du tampon en fonction du temps *Tr (N)* référencée 5.1 et la courbe de crête minimum calculée référencée 5.2 ainsi que le seuil illustré par la droite parallèle à l'axe des abscisses. On constate immédiatement que la courbe de crête minimum calculée présente moins que la courbe du taux de remplissage l'aspect dit « en dents de scie », ce qui a pour conséquence qu'elle croise moins souvent le seuil. On peut dire que la courbe est plus lisse. Elle est représentative de l'évolution générale de la courbe du taux de remplissage, abstraction faite des pics dus au mode de transmission en rafale. En conséquence, dans ce mode de réalisation, la courbe de crête minimum ainsi calculée est utilisée, en lieu et place de la courbe du taux de remplissage instantané du tampon, conjointement à deux valeurs de seuil, un seuil haut et un seuil bas, pour déclencher les opérations de correction permettant la régulation de la gigue.

Il est à noter que la méthode ainsi proposée n'offre pas d'inconvénient dans le cas où la gigue n'offre pas de variation pseudo périodique, par exemple dans le cas où la transmission n'emprunte pas de canal implémentant une transmission par rafale. Dans un tel cas, la méthode selon l'invention se comportera comme la méthode classique utilisant la courbe du taux de remplissage instantané du tampon conjointement à deux seuils comme déclencheur des opérations de correction de la gigue. Il est donc possible d'utiliser l'invention dans tous les cas et en l'absence de connaissance préalable sur les caractéristiques de la gigue.

Selon une variante d'implémentation de l'invention, la courbe de crête minimum est filtrée pour encore minimiser les pics qu'elle présente. L'effet technique de ce filtre est de lisser la courbe sans en changer l'allure générale. En effet, plus la courbe sera lisse et moins elle présentera d'aspérités et plus les franchissements des seuils seront représentatifs d'un réel besoin de correction pour éviter la famine ou le débordement du tampon. Pour ce faire, il est possible d'appliquer, par exemple, un filtre de premier niveau à la courbe. Si l'on appelle *Mf (N)* la courbe des minimums filtrée, la courbe de crête minimum *Mcnf (N)* étant toujours calculée selon la méthode décrite ci-dessus, le filtre peut se calculer de la manière suivante :

Mf (N) : = Mf (N-1) + (Mcnf (N) – Mf (N-1)) / Trep ;

Où *Trep* représente un paramètre appelé temps de réponse du filtre. Ce paramètre doit être choisi entre la valeur de la période typique du composant pseudopériodique de la gigue et sa moitié. C'est-à-dire que si l'on appelle *T* la période typique, illustrée Fig. 1, on doit avoir *Trep* compris entre *T* et *T/2*. Cette courbe filtrée est illustrée par la courbe 6.1 de la Fig. 6. On constate sur cette figure que le nombre d'occurrence de croisement entre la courbe obtenue et le seuil diminue encore.

L'homme du métier comprendra que, tout autre type de filtre permettant de lisser la courbe, peut être appliqué en lieu et place du filtre de premier ordre de l'exemple de réalisation sans sortir du cadre de l'invention. Il est également possible d'appliquer la même méthode aux maxima en lieu et place des minima. Dans ce cas, la pente de la courbe de crête maximum est choisie décroissante au lieu de croissante et est maintenue au-dessus et non en-dessous de la courbe du taux de remplissage instantané du tampon. La courbe de crête maximum *Maxcnf* répondra, par exemple, aux équations suivantes :

Maxcnf (N) : = Maxcnf (N-1) - incr ;

Si Maxcnf (N) < Tr (N) alors Maxcnf (N) : = Tr (N) ;

On voit que la méthode proposée permet de gérer avantageusement la composante pseudopériodique de gigue tout en offrant le même niveau de performance sur les autres composantes de gigue pouvant intervenir.

Elle permet de gommer les variations de haute fréquence et d'amplitude limitée dans le taux de remplissage du tampon. Par contre, il arrive que la transmission sur IP provoque des engorgements occasionnels qui se traduisent par une longue période sans réception de paquets suivie d'un afflux de données. Cela peut, par exemple, se produire lors d'un changement de cellule (*handover* en anglais) ou encore à la suite d'encombrement au niveau d'un routeur sur le réseau de transmission. Ces engorgements produisent une variation ponctuelle de grande amplitude dans le niveau de remplissage du tampon. Du fait de l'amortissement apporté par la méthode précédemment décrite, la récupération d'un tel engorgement est relativement lente.

Selon une variante d'implémentation de l'invention, de façon à pallier à ces engorgements, un mécanisme de gestion de ces engorgements est avantageusement couplé au mécanisme précédemment décrit. Par exemple, un seuil haut de déclenchement d'une opération de correction appelée suppression accélérée est mis en place sur la courbe du taux de remplissage instantané du tampon. On utilise ici cette

courbe du taux de remplissage instantané plutôt que la courbe de minimum, ou de maximum, calculée de façon à réduire le temps de réaction à un tel engorgement. Du fait du côté ponctuel d'une telle variation à corriger, un temps de réaction rapide n'entraîne pas de correction excessive comme c'est le cas lors d'une correction de la composante pseudopériodique à partir de la courbe de taux de remplissage instantané. Dès que le taux de remplissage instantané dépasse donc ce seuil d'engorgement, une opération de correction, par exemple la suppression d'un échantillon sur 2 lors de la consommation, est entreprise jusqu'à ce que le taux de remplissage repasse au-dessous du seuil d'engorgement. Cette correction forte est audible mais ne compromet pas la compréhension de la voix et permet de ramener le taux de remplissage instantané du tampon rapidement sous le seuil d'engorgement. Lorsqu'elle est mise en place, cette action de récupération des engorgements est prioritaire sur les opérations de correction déclenchées par le franchissement d'un seuil par la courbe relative au minimum ou au maximum.

La Fig. 8 représente l'architecture matérielle d'un terminal de réception 8.1 selon un exemple de réalisation de l'invention. Ce terminal comprend une interface réseau 8.2 permettant la réception des paquets de données. Cette interface 8.2 communique avec un module de mémoire vive 8.3 qui comprend le tampon de réception 8.4. Le terminal comprend également de la mémoire morte 8.7 qui comprend les différents programmes 8.5 implémentant le procédé selon l'exemple de réalisation de l'invention ainsi que le consommateur. Ces programmes peuvent être chargés au sein de la mémoire vive 8.3 en vue de leur exécution. Le terminal fonctionne sous le contrôle d'un processeur 8.6 chargé de l'exécution des programmes 8.5 et des différentes opérations du terminal. Le flux de données, reçu et mémorisé dans le tampon de réception 8.4, est alors consommé par le module de restitution qui commande l'organe de restitution 8.8 qui peut être un haut-parleur dans le cas d'une restitution sonore ou encore un écran pour un flux vidéo.

REVENDICATIONS

1/Procédé de régulation de la gigue de transmission au sein d'un terminal de réception d'un flux de données temps réels transmis par paquets de données, ledit terminal disposant d'un tampon de réception pour mémoriser les échantillons de données transmis au sein des paquets de données reçus et d'un module de restitution desdits échantillons consommant lesdits échantillons mémorisés dans ledit tampon de réception comprenant les étapes suivantes :

- une étape de définition d'un seuil bas et d'un seuil haut de remplissage dudit tampon de réception ;

caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- une étape de calcul d'une courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception ;
- une étape de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à réduire le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au-dessus dudit seuil haut ;
- une étape de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à augmenter le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au-dessous dudit seuil bas.

2/Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de calcul de la courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum est calculée pour un indice temporel *N* par les étapes suivantes :

- la valeur de la courbe pour l'indice *N* est calculée par ajout d'un incrément à la valeur de la courbe pour l'indice *N-1* ;
- si cette valeur est supérieure au taux de remplissage du tampon pour l'indice *N*, ce taux de remplissage est affecté à la valeur de la courbe calculée pour l'indice *N*.

3/Procédé de régulation de la gigue de transmission au sein d'un terminal de réception d'un flux de données temps réels transmis par paquets de données, ledit terminal disposant d'un tampon de réception pour mémoriser les échantillons de données transmis au sein des paquets de données reçus et d'un module de restitution desdits échantillons consommant lesdits échantillons mémorisés dans ledit tampon de réception comprenant les étapes suivantes :

- une étape de définition d'un seuil bas et d'un seuil haut de remplissage dudit tampon de réception ;

caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- une étape de calcul d'une courbe relative à l'évolution dans le temps du maximum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception ;

- une étape de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à réduire le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au-dessus dudit seuil haut ;

- une étape de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à augmenter le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au-dessous dudit seuil bas.

4/Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de calcul de la courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum est calculée pour un indice temporel *N* par les étapes suivantes :

- la valeur de la courbe pour l'indice *N* est calculée par soustraction d'un incrément à la valeur de la courbe pour l'indice *N-1* ;

- si cette valeur est inférieure au taux de remplissage du tampon pour l'indice *N*, ce taux de remplissage est affecté à la valeur de la courbe calculée pour l'indice *N*.

5/Procédé selon l'une des revendications 1 ou 3, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de filtrage de la courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception visant à lisser cette courbe et que les étapes de déclenchement des opérations de correction se font à partir de la courbe filtrée.

6/Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'étape de filtrage se fait par application d'un filtre du premier ordre sur la courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception.

7/Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

- une étape de définition d'un seuil de désengorgement ;

- une étape de déclenchement d'une opération de désengorgement lorsque le taux de remplissage dudit tampon de réception dépasse le seuil de désengorgement.

8/Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'opération de désengorgement est prioritaire sur les opérations de correction de la gigue.

9/Procédé selon la revendication 7, caractérisée en ce que l'opération de désengorgement consiste en la suppression d'un échantillon sur deux lors de la consommation des échantillons du tampon de réception.

10/Terminal de réception d'un flux de données temps réels transmis par paquets de données comprenant :

- un tampon de réception pour mémoriser les échantillons de données transmis au sein des paquets de données reçus ;
- un module de restitution desdits échantillons consommant lesdits échantillons mémorisés dans ledit tampon de réception ;
- des moyens de définition d'un seuil bas et d'un seuil haut de remplissage dudit tampon de réception ;

caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- des moyens de calcul d'une courbe relative à l'évolution dans le temps du minimum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception ;
- des moyens de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à réduire le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au-dessus dudit seuil haut ;
- des moyens de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à augmenter le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au-dessous dudit seuil bas.

11/Terminal de réception d'un flux de données temps réels transmis par paquets de données comprenant :

- un tampon de réception pour mémoriser les échantillons de données transmis au sein des paquets de données reçus ;
- un module de restitution desdits échantillons consommant lesdits échantillons mémorisés dans ledit tampon de réception ;
- des moyens de définition d'un seuil bas et d'un seuil haut de remplissage dudit tampon de réception ;

caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- des moyens de calcul d'une courbe relative à l'évolution dans le temps du maximum de la valeur du taux de remplissage dudit tampon de réception ;
- des moyens de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à réduire le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au-dessus dudit seuil haut ;

- des moyens de déclenchement d'une opération de correction de la gigue visant à augmenter le taux de remplissage du tampon lorsque ladite courbe calculée passe au-dessous dudit seuil bas.

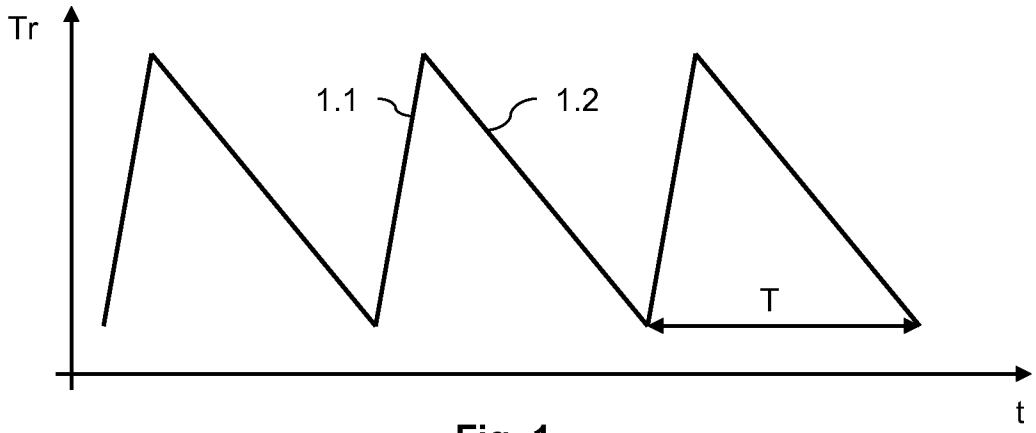

Fig. 1

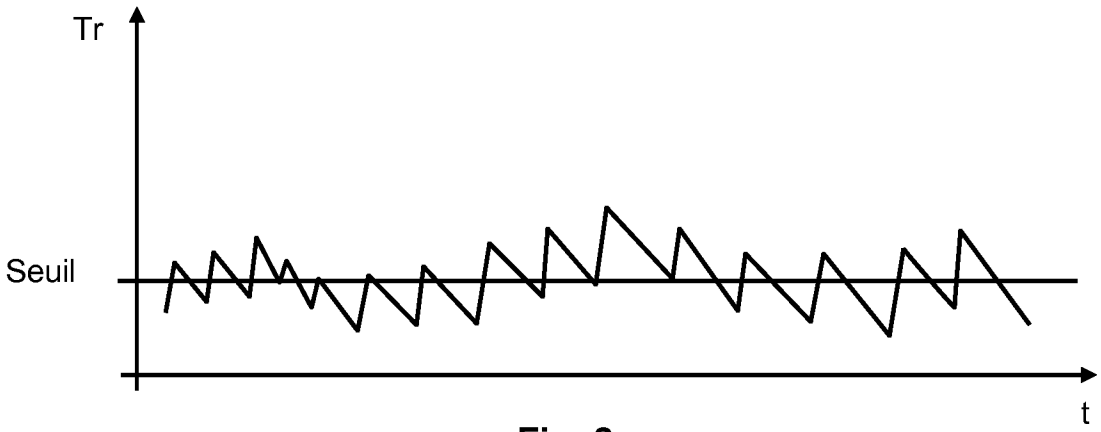

Fig. 2

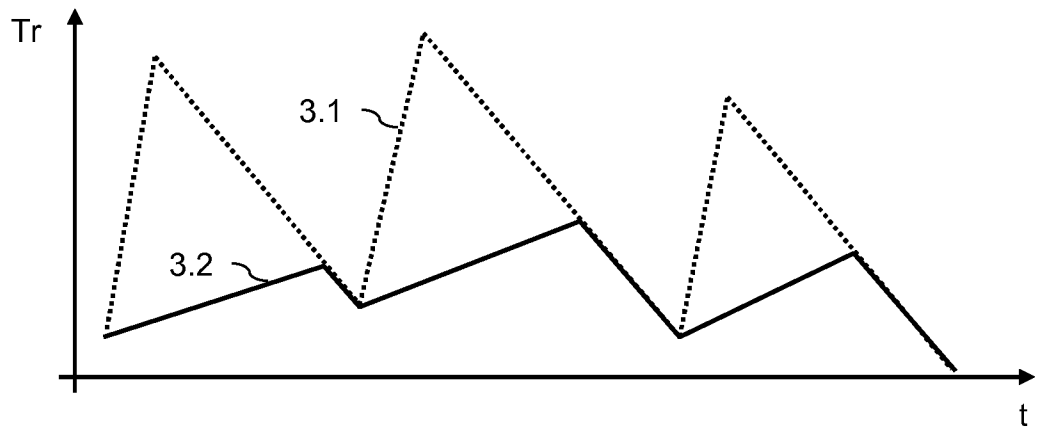

Fig. 3

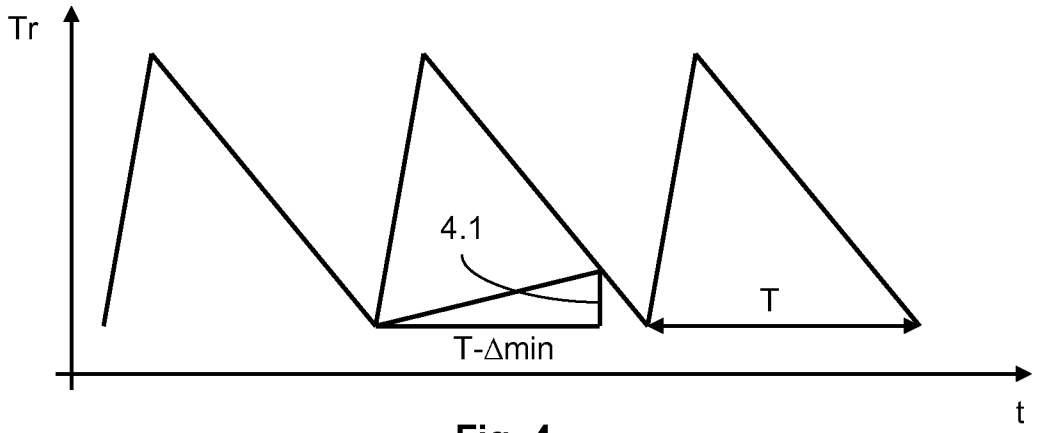

Fig. 4

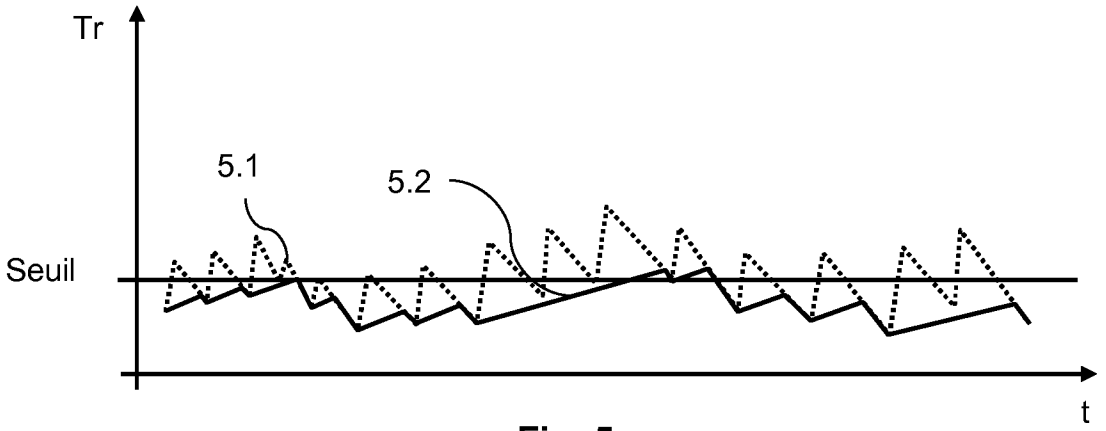

Fig. 5

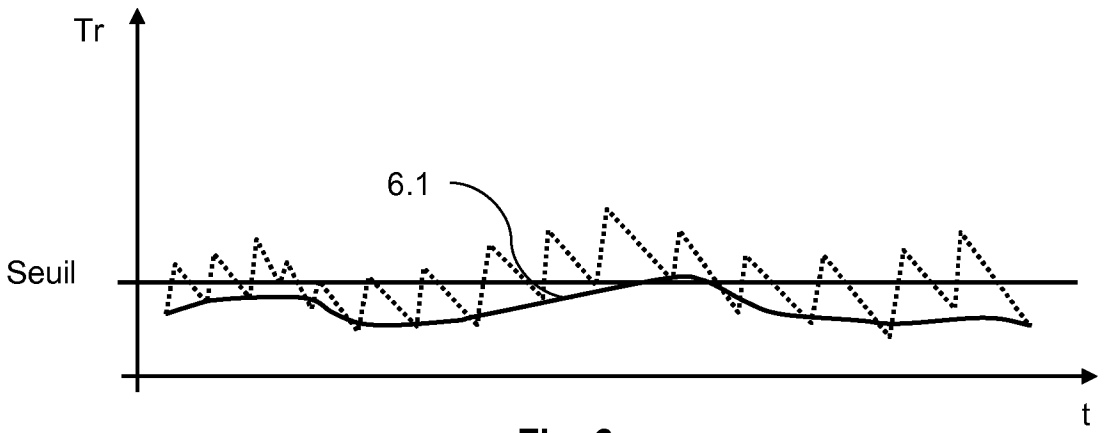

Fig. 6

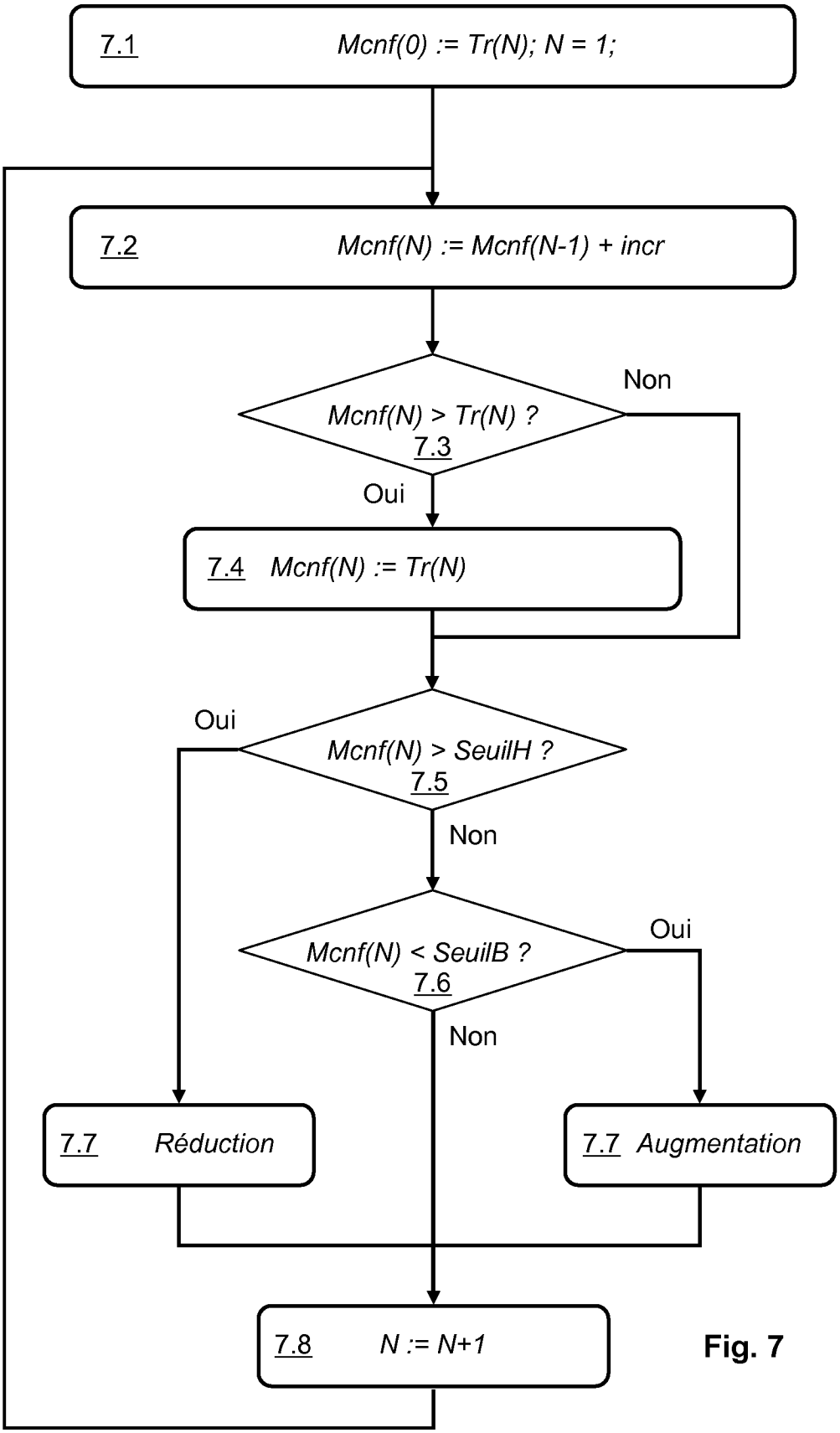
7.1 Mcnf(0) := Tr(N); N = 1;
7.2 Mcnf(N) := Mcnf(N-1) + incr
Mcnf(N) > Tr(N) ?
7.3
Non
Oui
7.4 Mcnf(N) := Tr(N)
Oui
Mcnf(N) > SeuilH ?
7.5
Non
Mcnf(N) < SeuilB ?
7.6
Oui
Non
7.7 Réduction
7.7 Augmentation
7.8 N := N+1

Fig. 7

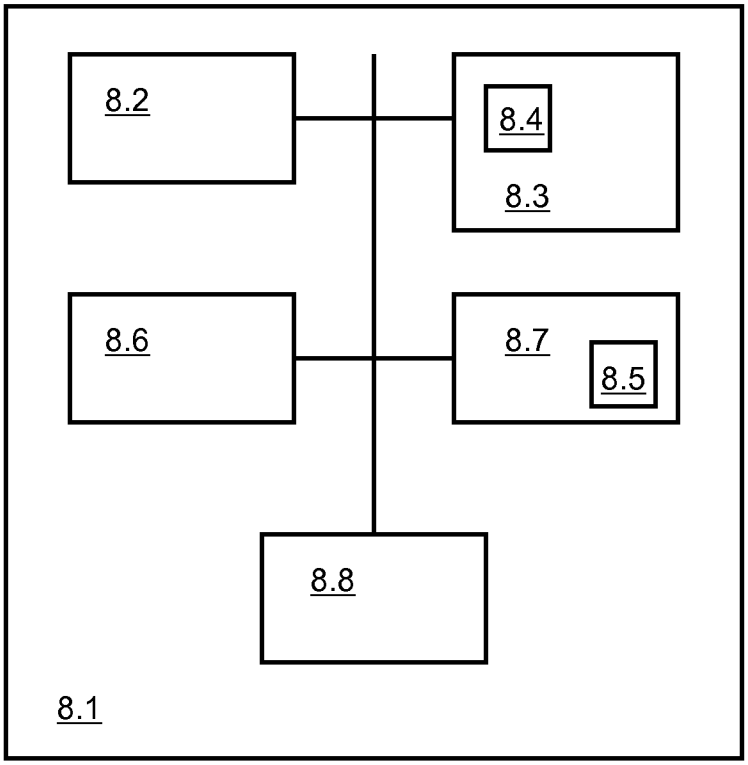

Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/057190

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04J3/06 H04L12/56

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)
H04J H04L

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 practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2006/251126 A1 (JEN TENG-YI [TW]) 9 November 2006 (2006-11-09) abstract paragraph [0001] - paragraph [0009] paragraph [0011] - paragraph [0012] paragraph [0019] - paragraph [0031] -----	1-11
A	US 2006/146884 A1 (SKERRITT MICHAEL [US]) 6 July 2006 (2006-07-06) abstract paragraph [0008] paragraph [0056] - paragraph [0057] paragraph [0074] - paragraph [0090] -----	1-11
A	WO 2007/051495 A (ERICSSON TELEFON AB L M ET AL [SE]) 10 May 2007 (2007-05-10) abstract page 3, line 5 - page 4, line 29 page 7, line 1 - page 9, line 3 -----	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 document 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	Date of mailing of the international search report
16 juillet 2008	23/07/2008

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Chauvet, Christophe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2008/057190

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006251126 A1	09-11-2006	NONE	
US 2006146884 A1	06-07-2006	NONE	
WO 2007051495 A	10-05-2007	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2008/057190

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H04J3/06 H04L12/56

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)
H04J H04L

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 estréalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, IBM-TDB

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 2006/251126 A1 (JEN TENG-YI [TW]) 9 novembre 2006 (2006-11-09) abrégé alinéa [0001] - alinéa [0009] alinéa [0011] - alinéa [0012] alinéa [0019] - alinéa [0031]	1-11
A	US 2006/146884 A1 (SKERRITT MICHAEL [US]) 6 juillet 2006 (2006-07-06) abrégé alinéa [0008] alinéa [0056] - alinéa [0057] alinéa [0074] - alinéa [0090]	1-11
A	WO 2007/051495 A (ERICSSON TELEFON AB L M ET AL [SE]) 10 mai 2007 (2007-05-10) abrégé page 3, ligne 5 - page 4, ligne 29 page 7, ligne 1 - page 9, ligne 3	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'appartenenant 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
16 juillet 2008	23/07/2008

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Chauvet, Christophe

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2008/057190

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006251126 A1	09-11-2006	AUCUN	
US 2006146884 A1	06-07-2006	AUCUN	
WO 2007051495 A	10-05-2007	AUCUN	