

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 03.04.06.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 05.10.07 Bulletin 07/40.

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 :

71 Demandeur(s) : ADEUNIS RF Société anonyme —
FR.

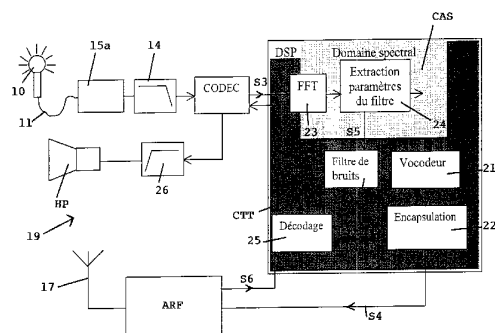
72 Inventeur(s) : SAGUIN PASCAL.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET HECKE.

54 SYSTEME DE COMMUNICATION AUDIO SANS FIL.

57 Système autonome de communication audio sans fils
multi-utilisateurs, et sans hiérarchie dans les échanges,
chaque utilisateur étant muni d'un équipement de transmis-
sion numérique (19) comportant un processeur (DSP) de
traitement numérique à multiplexage temporel apte à piloter
un module de transmission radio (ARF) à émetteur-récep-
teur associé à une antenne (17) d'émission et de réception.
Des premiers moyens de traitement temporel comportent
un filtre de bruit (20) numérique coopérant avec des deuxi-
èmes moyens d'analyse spectrale pour réaliser un filtrage dy-
namique apte à extraire la parole du bruit ou de l'ambiance
sonore.



Système de communication audio sans fil

5

Domaine technique de l'invention

- 10 L'invention concerne un système autonome de communication audio sans fils multi-utilisateurs, et sans hiérarchie dans les échanges, chaque utilisateur étant muni d'un équipement de transmission numérique comportant :
- un microphone relié à des moyens d'amplification et de filtrage du signal audio capté, lequel est ensuite numérisé dans un convertisseur analogique digital ou codeur-décodeur,
 - un processeur de traitement numérique à multiplexage temporel apte à
15 piloter un module de transmission radio à émetteur-récepteur associé à une antenne d'émission et de réception,
 - et un circuit décodeur interconnecté entre le module de transmission radio et un haut-parleur,
- 20 l'ensemble des équipements étant couplés entre eux en communication permanente par liaison radio en constituant une conférence téléphonique où tous les utilisateurs peuvent parler entre eux et où chacun entend les échanges des autres.
- 25 L'équipement mis en œuvre dans le système permet des communications audio de type « Conférence » entre plusieurs utilisateurs, sans aucune hiérarchie dans les échanges. Lors d'une conversation « de visu », tout le monde communique avec tout le monde, sans nécessiter de commande spéciale de l'appareil, par exemple par actionnement d'un bouton poussoir
- 30 classiquement employé dans les talkie walkies à radiofréquence.

L'équipement s'approche beaucoup des téléphones sans fil. à ceci près que la communication directe (en radio) n'est pas limitée à seulement deux interlocuteurs. Le système est constitué par des éléments de communication mobiles non raccordés à une quelconque base, afin d'assurer la plus parfaite autonomie aux utilisateurs.

De fait, l'équipement est en communication permanente, ce qui suppose une gestion particulière de la détection et de la transmission de la parole. En effet, le champ d'application de la présente invention concerne tous les contextes et, notamment, ceux où l'environnement extérieur est bruyant et où il peut constituer une gêne à l'établissement de communications audio. On peut citer à titre d'exemple, les représentations sportives publiques, les chantiers de constructions, le monde industriel (contrôle de machines), certaines applications militaires, la sécurité lors de manifestations culturelles ou autres.

État de la technique

Les systèmes de transmission analogiques (Talkie-walkie...) connus du commerce transmettent la voix selon le principe présenté au schéma de la figure 1. Dans le circuit émetteur, la voix captée par un microphone 10 est orientée par une liaison 11 vers un détecteur audio 12 ayant une double fonction :

- d'une part il bloque le passage de sons, bruits en dessous d'un certain seuil (la plupart du temps réglable par l'utilisateur du produit).
- d'autre part, et si le niveau audio est suffisant, il assure une fonction d'amplification, voir de limitation, avant d'attaquer un circuit modulateur 13 à travers un premier filtre 14.

La génération de l'onde porteuse peut se faire par exemple au moyen d'une boucle à verrouillage de phase BVP, le signal audio S1 modulant alors librement un oscillateur VCO commandé en tension.

En général, le signal S2 issu de l'oscillateur VCO est alors amplifié dans un amplificateur 15, puis filtré dans un deuxième filtre 16 de manière à atteindre le niveau désiré et rentrer dans les gabarits normatifs. L'antenne 17 fait office de transducteur pour convertir l'énergie électrique en énergie électromagnétique nécessaire à la propagation.

Le récepteur utilise un principe de démodulation tout aussi classique. Il n'est pas détaillé ici car très loin de l'objet du brevet.

La figure 2 illustre un autre moyen connu pour les communications audio à transmission numérique, du type téléphonie DECT. La différence majeure avec le circuit analogique de la figure 1 est le traitement du signal audio. Au départ, le signal audio issu du microphone 10, est traité de la même manière que pour la transmission analogique, c'est à dire après passage dans le détecteur audio 12 et le filtre 14. Seulement avant d'attaquer le circuit modulateur 13, le signal est numérisé par le biais d'un convertisseur analogique numérique CAN, faisant souvent partie intégrante d'un codeur-décodeur CODEC intégrant quelques fonctionnalités supplémentaires, notamment d'amplification. Le signal issu du convertisseur CAN est ensuite injecté dans un circuit de traitement numérique 18 à microprocesseur ou processeur DSP, pour pouvoir être analysé et éventuellement compressé avant d'attaquer le circuit modulateur 13 de la figure 1.

La compression du signal (possible par l'utilisation d'un vocodeur type GSM ou équivalent) permet de réaliser du multiplexage temporel et d'obtenir des conversations type « conférence téléphonique » sur un seul canal de transmission. Le procédé de numérisation/compression induit néanmoins une perte sensible de la qualité du signal sonore.

L'ensemble de ces systèmes connus, du talkie-walkie au téléphone DECT offre de très bonnes performances dans un environnement calme ou peu bruyé. Par contre, l'utilisation de ce type d'appareil dans une ambiance fortement bruitée (par exemple, un stade de football ou de rugby avec plus

de 50000 personnes) est quasiment impossible ou du moins n'offre pas satisfaction.

5 En effet, il n'existe pas de niveau de déclenchement du détecteur audio assurant une distinction de la voix de l'utilisateur par rapport aux bruits environnants (foule, machines, sifflets...). Dans nombres de contextes, l'ambiance est tellement forte que les bruits environnants peuvent arriver au même niveau sonore que la voix de l'utilisateur sur l'entrée du microphone.

10 En conséquence :

- Ou le seuil de déclenchement du détecteur audio est réglé trop haut et une pluralité de paroles de l'utilisateur sont coupées.
 - Ou il est réglé trop bas et les voix des utilisateurs sont en permanence couvertes par les bruits environnants, et le système se déclenche
- 15 intempestivement sur les bruits extérieurs occasionnant des gênes importantes dans l'écoute des autre utilisateurs appartenant au système de communication.

20 Un palliatif serait l'insertion d'un bouton poussoir destiné à assurer une fonction de prise de ligne appelée « Push to talk » entre le microphone et l'électronique audio. L'inconvénient de cette solution est qu'elle est contraignante et peu adaptée à nombre de domaines d'application (milieu sportif, militaire, services d'urgence...). A titre d'exemple, la fonction d'arbitrage sportif de haut niveau demande une telle concentration qu'il n'est

25 pas envisageable de demander aux arbitres d'appuyer sur un bouton pour parler.

Objet de l'invention

30 L'objet de la présente invention consiste à réaliser un système de communication numérique multi-utilisateurs, en améliorant la distinction des

voix des utilisateurs par rapport aux bruits environnants, tout en garantissant une qualité audio suffisante et une ergonomie du produit adaptée.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que le processeur de chaque équipement de communication comporte :

- des moyens de traitement temporel d'un premier circuit doté d'un filtre de bruit numérique et d'un vocodeur pour transformer le signal audio numérique issu du convertisseur en un signal de sortie de commande du module de transmission radio,
- et des moyens d'analyse spectrale d'un deuxième circuit (CAS) coopérant avec le filtre de bruit (20) pour réaliser un filtrage dynamique apte à extraire la parole du bruit ou de l'ambiance sonore.

Il en résulte une bonne qualité des échanges entre les différents utilisateurs, tout en conservant une très bonne immunité à l'environnement sonore extérieur (bruits de foules, machines, sifflets...).

Préférentiellement, les moyens d'analyse spectrale comportent un circuit analyseur de fréquence, par exemple un analyseur de transformation Fourier, en liaison avec un circuit d'extraction des paramètres du filtre de bruits numérique.

Le vocodeur en sortie du filtre de bruits numérique est en liaison avec un circuit d'encapsulation apte à délivrer après compression et/ou cryptage le signal de sortie sous forme de trames.

L'effet de filtrage dynamique mise en œuvre dans le processeur permet de détecter le meilleur filtrage à appliquer, afin d'extraire la parole de l'ambiance sonore selon le processus suivant :

- analyse spectrale du signal audio numérisé avec détection de phénomènes vocaux,
- extraction des caractéristiques spectrales du bruit d'ambiance,

- conversion spectrale/temporelle de l'ambiance,
- soustraction temporelle de l'ambiance à l'audio,
- encodage et/ou encryptage du signal audio filtré pour délivrer le signal de sortie adapté à la transmission.

5

Description sommaire des dessins

10 D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre d'un mode particulier de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple non limitatif et représenté aux dessins annexés, dans lesquels :

15 - la figure 1 montre un circuit de communication audio de l'art antérieur à transmission analogique du type Talkie Walkie ;

- la figure 2 représente un autre circuit de communication audio de l'art antérieur à transmission numérique du type téléphonie DECT ;

20 - la figure 3 illustre un schéma bloc du système de communication multi-utilisateurs à transmission numérique selon l'invention ;

- la figure 4 représente le synoptique détaillé du filtrage dynamique utilisé dans le circuit de la figure 3.

25

Description d'un mode préférentiel de réalisation

30 La figure 3 concerne un équipement de communication 19 utilisé par chaque utilisateur pour constituer un système de communication numérique de type conférence téléphonique : tout le monde peut parler à tout le monde et chacun entend tout le monde. Pour cela, on utilisera une technologie de

transmission numérique par multiplexage temporel qui suppose une numérisation et une compression de la voie.

5 L'objectif est d'avoir un système de communication à mains libres à plusieurs intervenants, par exemple six, pour répondre aux différents clients susceptibles d'être intéressés par notre système (milieux sportifs, militaires, génie civil...).

10 De plus, le système de communication est capable de filtrer les bruits environnants (cris, sifflets, moteurs, machines...), par détermination des critères différenciateurs entre la voix humaine et les autres sons possibles dans l'environnement applicatif (un stade de 50000 personnes par exemple) et, ensuite, par création du filtre correspondant, en limitant au maximum l'impact sur la qualité audio.

15 Les échanges sont cryptés pour donner de la confidentialité aux communications. De fait, au sein d'un système, l'ensemble des appareils ou équipements devra être appairé. Cet appairage sera réalisé au moyen d'une clef échangée entre les produits et modifiable à volonté.

20 Le dernier point important est la facilité d'utilisation du système. Les utilisateurs sont autonomes, aucun technicien ne doit les assister pour la mise en œuvre du système, élément obligatoire pour le développement commercial du produit.

25 L'idée inventive dans le système de communication numérique est de combiner dans chaque équipement 19 une analyse spectrale et temporelle du signal pour répondre aux exigences de qualité de la voix et de filtrage de l'ambiance.

30 Côté filtrage, il est impossible de distinguer la voix de l'utilisateur de son environnement sonore par le biais d'une simple analyse temporelle

(ambiance très bruitée). Par contre, l'analyse spectrale du signal permet de faire cette distinction.

5 A contrario, une application directe du filtrage fréquentiel sur l'audio avant retour dans le domaine temporel serait l'origine d'une dégradation qualité de la voix, par trop forte réduction de la bande passante audio.

10 Sur la figure 3, le signal issu du microphone 10 de chaque équipement 19 est amplifié par un amplificateur 15a, filtré dans le premier filtre 14 et envoyé dans le convertisseur analogique numérique CAN ou codeur-décodeur CODEC. A la sortie de ce dernier, le signal numérique S3 est orienté vers un processeur numérique DSP renfermant des moyens des moyens de traitement temporel agencés dans un premier circuit de traitement temporel CTT, et des moyens d'analyse spectrale agencés dans un deuxième circuit
15 d'analyse spectrale CAS.

Le premier circuit de traitement temporel CTT comprend un filtre de bruits 20 relié à un vocodeur 21 et à un circuit d'encapsulation 22, lequel délivre après éventuel compression et/ou cryptage, un signal de sortie S4 sous forme de
20 trames compatibles, lequel est appliqué à un module de transmission radio ARF relié à l'antenne 17 d'émission et de réception.

Le deuxième circuit d'analyse spectrale CAS est composé d'un circuit analyseur de Fourier 23 connecté à un circuit d'extraction 24 des paramètres
25 du filtre, de manière à pouvoir engendrer un signal pilote S5 pour la commande du filtre de bruits 20 numérique.

Le module de transmission radio ARF est formé par un circuit émetteur-récepteur, autorisant une réception multi-usage par l'antenne 17. A la
30 réception, le module de transmission radio ARF communique par le signal S6 avec un circuit décodeur 25 relié au codeur-décodeur CODEC. Une sortie

de ce dernier est en liaison avec un haut-parleur HP avec interposition d'un troisième filtre 26.

5 La solution de filtrage dynamique mise en œuvre dans le processeur DSP permet de détecter le meilleur filtrage à appliquer, afin d'extraire la parole de l'ambiance sonore (variable d'un milieu à l'autre), selon le processus représentant sous forme de synoptique dans la figure 4.

10 Les étapes suivantes interviennent successivement lors de ce filtrage dynamique :

1. La première étape est l'analyse spectrale de l'audio avec détection de phénomènes vocaux. La conversion analogique numérique dans le CODEC avec création d'un registre tampon d'échantillons numériques du signal audio
15 numérique, est suivie par une transformation de Fourier dans le circuit analyseur 23 du deuxième circuit CAS.

2. La deuxième étape est réalisée dans le circuit 24 pour l'extraction des caractéristiques spectrales du bruit d'ambiance.

20 3. La troisième étape concerne la conversion spectrale / temporelle de l'ambiance dans le filtre de bruit 20 numérique.

4. La quatrième étape effectue la soustraction temporelle de l'ambiance à
25 l'audio. Il en résulte un filtrage adaptatif agissant sur le registre tampon d'échantillons.

5. La dernière étape est l'encodage et l'encryptage audio « nettoyée » pour délivrer le signal S4 au module de transmission ARF radio. A partir d'une
30 compression audio à partir d'un registre tampon d'échantillons y_i avec i variant de 0 à N-1, on effectue un cryptage de ce registre y_i , pour créer un

registre tampon zi. On termine par l'encapsulation du registre tampon zi dans la trame radio du signal s4 envoyée au module de transmission ARF radio.

5 La mise en œuvre de ce processus permet de combiner une analyse spectrale du signal numérique audio pour satisfaire aux exigences de qualité de la voix et de filtrage de l'ambiance.

10 Des essais ont permis de mettre en évidence une amélioration significative offerte par une telle architecture. Il en résulte une bonne qualité des échanges (pas de sensation de voix synthétisée, exploitation directe des échantillons) tout en conservant une très bonne immunité à l'environnement sonore extérieur (bruits de foules, machines, sifflets...).

15

Revendications

1. Système autonome de communication audio sans fils multi-utilisateurs,
5 et sans hiérarchie dans les échanges, chaque utilisateur étant muni d'un équipement de transmission numérique (19) comportant :
- un microphone (10) relié à des moyens d'amplification et de filtrage (15a, 14) du signal audio capté, lequel est ensuite numérisé dans un convertisseur analogique digital (CAN) ou codeur-décodeur (CODEC),
10
 - un processeur (DSP) de traitement numérique à multiplexage temporel apte à piloter un module de transmission radio (ARF) à émetteur-récepteur associé à une antenne (17) d'émission et de réception,
 - 15 - et un circuit décodeur (25) interconnecté entre le module de transmission radio (ARF) et un haut-parleur (HP),
- l'ensemble des équipements étant couplés entre eux en communication permanente par liaison radio en constituant une conférence téléphonique où tous les utilisateurs peuvent parler entre eux et où chacun entend les
20 échanges des autres,
- caractérisé en ce que le processeur (DSP) de chaque équipement de communication (19) comporte :
- des moyens de traitement temporel d'un premier circuit (CTT) doté d'un filtre de bruit (20) numérique et d'un vocodeur (21) pour
25 transformer le signal audio numérique (S3) issu du convertisseur (CAN) en un signal de sortie (S4) de commande du module de transmission radio (ARF),
 - et des moyens d'analyse spectrale d'un deuxième circuit (CAS) coopérant avec le filtre de bruit (20) pour réaliser un filtrage
30 dynamique apte à extraire la parole du bruit ou de l'ambiance sonore.

2. Système autonome de communication audio selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'analyse spectrale du deuxième circuit (CAS) comportent un circuit analyseur de fréquence (FFT) en liaison avec un circuit d'extraction (24) des paramètres du filtre de bruits (20) numérique du premier circuit (CTT).

3. Système autonome de communication audio selon la revendication 1, caractérisé en ce que le vocodeur (21) en sortie du filtre de bruits (20) numérique est en liaison avec un circuit d'encapsulation (22) pour délivrer après compression et/ou cryptage le signal de sortie (S4) sous forme de trames.

4. Système autonome de communication audio selon la revendication 2, caractérisé en ce que le circuit analyseur de fréquence (FFT) est formé par un analyseur de transformation Fourier.

5. Procédé de communication audio sans fils multi-utilisateurs, et sans hiérarchie dans les échanges, consistant à équiper chaque utilisateur autonome d'un équipement de transmission numérique (19) à mains libres, caractérisé par les étapes suivantes successives :

- analyse spectrale du signal audio numérisé (S3) avec détection de phénomènes vocaux,
- extraction des caractéristiques spectrales du bruit d'ambiance,
- conversion spectrale/temporelle de l'ambiance,
- soustraction temporelle de l'ambiance à l'audio,
- encodage et/ou encryptage du signal audio filtré pour délivrer le signal de sortie (S5) adapté à la transmission.

1/3

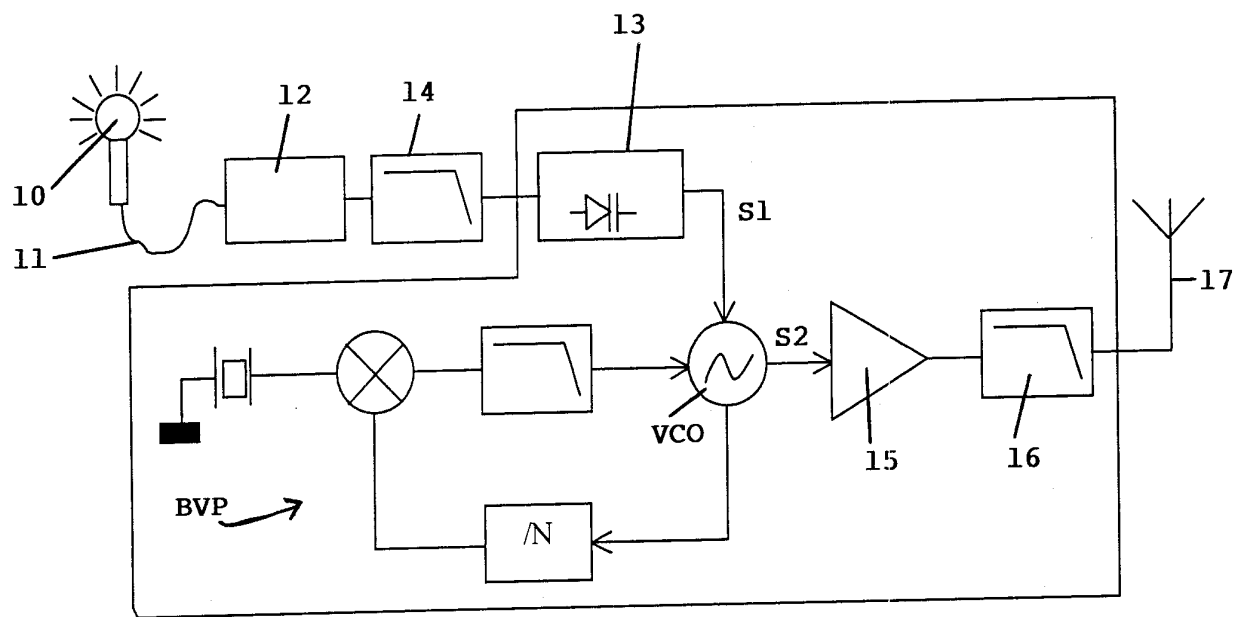


Figure 1 (Art antérieur)

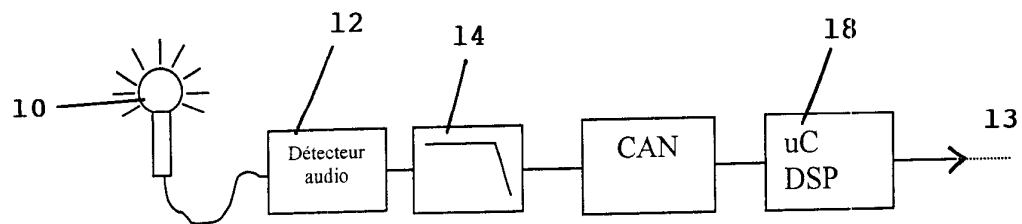


Figure 2 (Art antérieur)

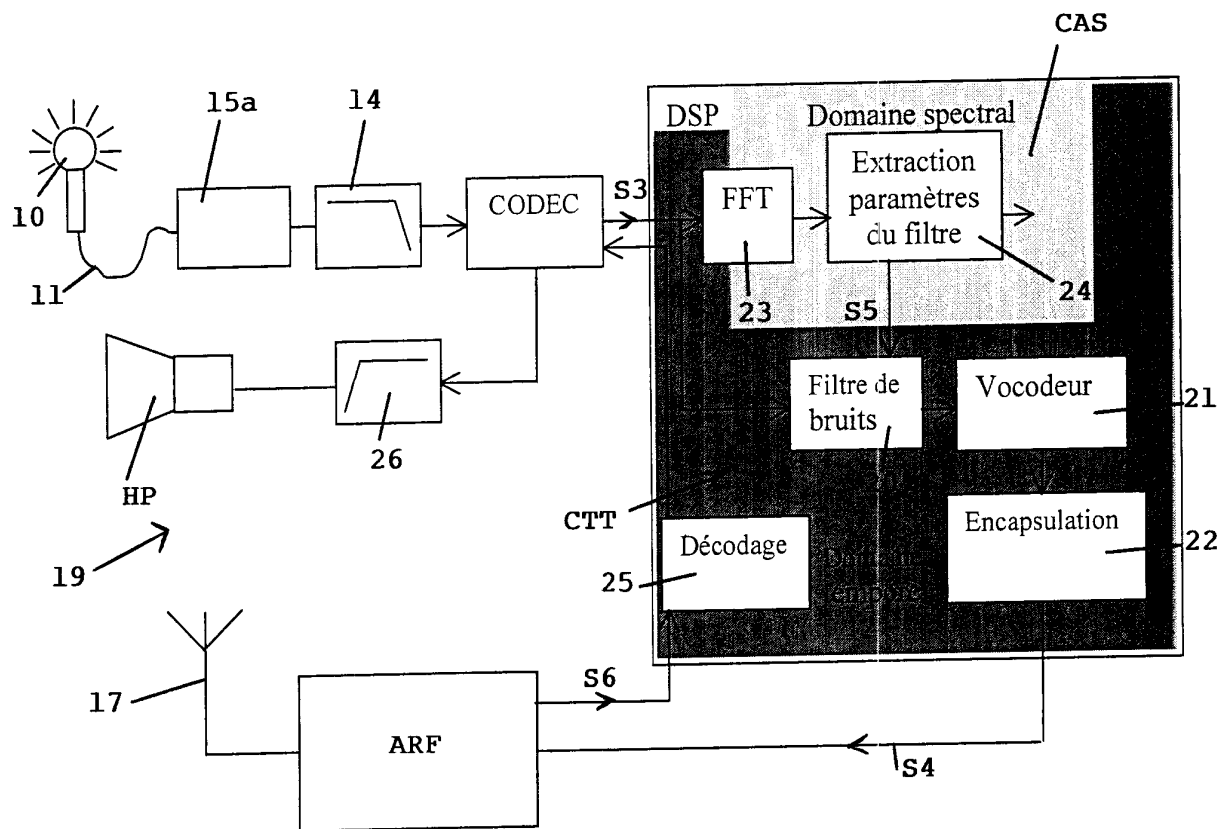


Figure 3

3/3

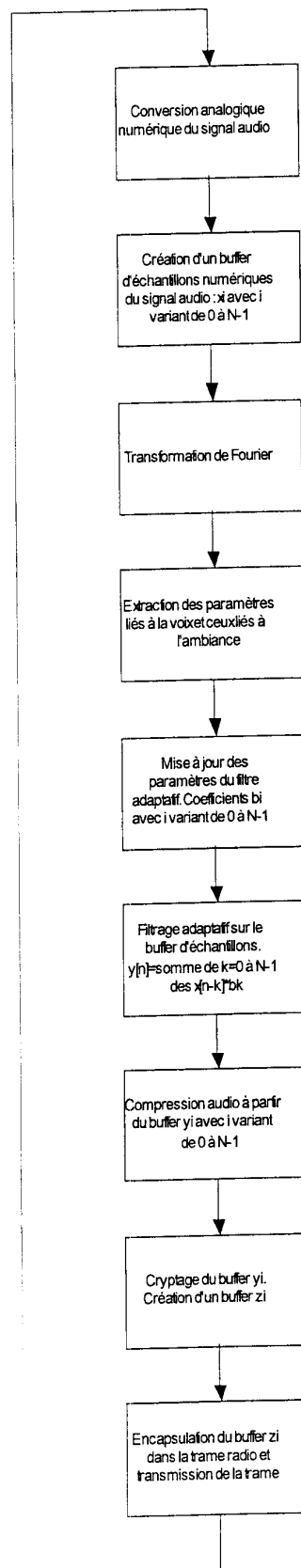


Figure 4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 677408
FR 0602889

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		
Y	US 2005/213727 A1 (NIR EYAL [IL] ET AL) 29 septembre 2005 (2005-09-29) * alinéas [0021], [0023], [0045] - [0048], [0088] - [0090], [0207] - [0214]; figures 1A,3,4,7,17 *	1-5	
Y	HOY L ET AL: "Noise suppression methods for speech applications" PROCEEDINGS OF ICASSP 83. IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING IEEE NEW YORK, NY, USA, 1983, pages 1133-1136 vol., XP002404506 * page 1133, colonne de gauche, ligne 35 - colonne de droite, ligne 11 * * page 1134, colonne de gauche, ligne 32 - page 1135, colonne de gauche, ligne 8; figures 1,2 *	1-5	
A	US 2001/028713 A1 (WALKER MICHAEL [DE]) 11 octobre 2001 (2001-10-11) * alinéas [0001], [0004] - [0008], [0014] - [0021], [0028], [0032], [0033], [0045], [0051], [0067] *	1-5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G10L H04B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 octobre 2006		Dobler, Ervin	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0602889 FA 677408**

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 **26-10-2006**

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 2005213727 A1	29-09-2005	US 2005213728 A1	29-09-2005
		US 2005213730 A1	29-09-2005
		US 2005213731 A1	29-09-2005
		US 2005213732 A1	29-09-2005
		US 2005213733 A1	29-09-2005
		US 2005213734 A1	29-09-2005
		US 2005213736 A1	29-09-2005
		US 2005213738 A1	29-09-2005

US 2001028713 A1	11-10-2001	AT 310305 T	15-12-2005
		AU 3336101 A	11-10-2001
		CN 1325222 A	05-12-2001
		DE 10017646 A1	11-10-2001
		DE 50108051 D1	22-12-2005
		EP 1143416 A2	10-10-2001
		HU 0101288 A2	28-12-2001
		JP 2001350498 A	21-12-2001
