(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 695 750**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **92 11080**

(51) Int Cl[5] : G 10 L 3/02//A 61 F 11/04

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 17.09.92.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 18.03.94 Bulletin 94/11.

(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) :** *LEFEVRE Frank* — FR et *GUILLARM Gilles* — FR.

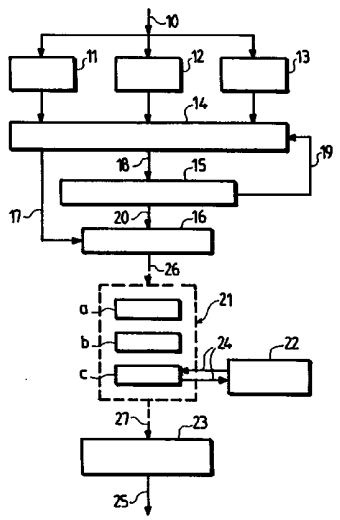
(72) **Inventeur(s) :** LEFEVRE Frank et GUILLARM Gilles.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** Cabinet Peuscet.

(54) Dispositif de traitement d'un signal sonore et appareil comportant un tel dispositif.

(57) Dispositif de traitement d'un signal sonore (10) comportant un détecteur d'évènements, apte à reconnaître les différents phénomènes sonores et comprenant un analyseur (12) de structure temporelle de chaque évènement pour distinguer les séquences où ledit évènement est continu de celles où il est du type à explosion, et un modificateur (21) d'évènements comprenant une unité de modification (21c) pour modifier ladite structure temporelle.



FR 2 695 750 - A1

DISPOSITIF DE TRAITEMENT D'UN SIGNAL SONORE ET APPAREIL COMPORTANT UN TEL DISPOSITIF

La présente invention a pour objet un dispositif de traitement d'un signal sonore, destiné à être utilisé en perception de la parole dans le bruit, rééducation orthophonique, apprentissage de langues étrangères, systèmes radio, télécommunications, implants cochléaires, traitement du signal de parole des plongeurs, amplificateurs (musique, chant, sons de films...), ainsi que notamment pour le traitement de la surdité.

La surdité est habituellement considérée comme un affaiblissement de la sensation d'intensité. Cette altération est mesurée, chez le sujet sourd, par l'intensité minimale en décibels qui provoque, sur chaque oreille, une sensation auditive, et ceci pour différentes fréquences du champ auditif : les résultats sont représentés par l'audiogramme tonal. Si la courbe représentative de la perte en décibels en fonction des fréquences est, chez le sujet sain, une courbe plate, celle du sujet sourd peut montrer des points plus ou moins éloignés du zéro décibel en fonction de la fréquence : par exemple un sujet sourd pourra entendre relativement bien certaines fréquences et faiblement d'autres fréquences.

Les appareils auditifs actuellement commercialisés corrigent la perte de la sensation d'intensité en amplifiant le signal avec des courbes de réponses adaptées à la forme de l'audiogramme tonal.

La surdité, dès lors qu'elle est provoquée par des lésions du système auditif neurosensoriel, n'engendre pas seulement un affaiblissement de la sensation d'intensité ; elle induit également deux types de déformations de la sensation auditive : des déformations d'ordre temporel et des déformations d'ordre fréquentiel, avec des interactions entre déformation temporelle, déformation fréquentielle et déformation de l'intensité.

Cela implique que, même si un sujet sourd entend la parole avec un appareil auditif traditionnel convenablement adapté, il continuera à entendre la parole d'une façon insuffisamment nette, en particulier en milieu bruyant, et ne comprendra pas correctement le message qui lui est adressé.

Pour que la parole soit correctement perçue, il est nécessaire que le système auditif humain soit en mesure d'en discerner suffisamment de composantes spectrales utiles. Ces composantes spectrales utiles de la parole se nomment indices pertinents. Les indices pertinents, selon leur valeur temporelle, fréquentielle et énergétique, sont caractéristiques de telle voyelle, de telle consonne ou de telle syllabe. Les voyelles, les consonnes, les syllabes sont prononcées les unes après les autres dans le temps. Un sujet sourd aura des difficultés à comprendre la parole parce qu'il n'est pas en mesure d'en discerner correctement suffisamment d'indices.

Le dispositif de traitement d'un signal sonore, selon la présente invention, est un système électronique de traitement du signal, en temps réel ou quasi-réel, permettant électroniquement de détecter les indices pertinents utiles à la reconnaissance de la parole et de les modifier, selon leur type et leur nature, en particulier par rapport au temps : rallongement ou raccourcissement de l'indice détecté, décalage de son apparition ou de sa disparition dans le temps.

Ainsi, grâce au dispositif de traitement de l'invention, la modification temporelle, notamment, de chaque indice pertinent sera réglée en fonction de la surdité pour obtenir une perception plus nette de chacun d'entre eux ; en outre, il est possible, également, de procéder au raccourcissement de silences entre des mots ou des phrases pour compenser le rallongement opté pour certains indices pertinents.

Le dispositif de traitement d'un signal sonore, selon l'invention, comporte un détecteur d'évènements, apte à reconnaître les différents phénomènes sonores et comprenant un analyseur de structure temporelle de chaque évènement pour distinguer les séquences où ledit évènement est continu de celles où il est du type à explosion, et un modificateur d'évènements comprenant une unité de modification pour modifier ladite structure temporelle.

Avantageusement, les informations délivrées par ledit analyseur sont envoyées à un détecteur opérateur, qui détermine le type de l'évènement en cours.

De préférence, le type de l'évènement en cours est choisi dans le groupe formé par une voyelle, une consonne à formants, une consonne à friction, une consonne à explosion, une transition, et un

silence de parole, durant lequel du bruit sera présent, ainsi que tout son porté par un signal.

Deux évènements consécutifs sont séparés l'un de l'autre par un segmenteur temporel ; le modificateur d'évènements comprend une unité de traitement spécifique prévue pour chacun des types d'évènement ; un sélecteur d'évènements oriente l'évènement vers son unité de traitement spécifique ; l'orientation de l'évènement par le sélecteur d'évènements est contrôlée par le détecteur opérateur ; l'unité de traitement spécifique comprend six circuits de traitement spécialisés pour le traitement des voyelles, des consonnes à formants, à friction et à explosion, des transitions et des silences de parole ou du bruit.

De préférence, le détecteur d'évènements comprend également un analyseur de l'énergie du signal de chaque évènement, ledit modificateur d'évènements comprenant, en outre, une unité de modification pour modifier l'énergie d'au moins l'un des évènements.

Avantageusement, le détecteur d'évènements comprend également un analyseur de structure fréquentielle pour distinguer les séquences où ledit évènement a une structure harmonique, composée de formants, de celles où il a une structure aléatoire, ledit modificateur d'évènements comprenant, en outre, une unité de modification pour modifier la structure fréquentielle d'au moins l'un des évènements.

Bien entendu, la mesure des distorsions auditives temporelles et fréquentielles permet d'orienter les réglages du dispositif de traitement, et, ainsi, de l'adapter à une surdité donnée. Le dispositif de traitement, selon l'invention, effectue un traitement différent, d'une part selon le type de composante détectée dans la parole, pour permettre la meilleure perception possible de chaque indice pertinent par une oreille sourde donnée, les difficultés de perception étant fonction du type d'indice pertinent, ou, d'autre part, selon qu'il s'agisse d'absence de parole, donc présence de bruit.

On aura compris que, lorsque le dispositif de traitement d'un signal sonore, selon l'invention, comporte un détecteur d'évènements, apte à reconnaître les différents phénomènes sonores et comprenant un analyseur de l'énergie du signal de chaque évènement, un analyseur de structure temporelle pour distinguer les séquences où ledit évènement est continu de celles où il est du type à explosion, et un analyseur de

structure fréquentielle pour distinguer les séquences où ledit évènement a une structure harmonique, composée de formants, de celles où il a une structure aléatoire, ledit dispositif de traitement comportant, en outre, un modificateur d'évènements apte à modifier l'énergie, la structure temporelle et la structure fréquentielle d'au moins l'un des évènements, la meilleure perception possible sera obtenue, pour une oreille sourde donnée.

Le détecteur d'évènements intervient dans la distinction des séquences caractérisées par l'importance et la variabilité de leur énergie, ainsi que dans la distinction du bruit.

Ainsi, avantageusement, le modificateur d'évènements comprend trois unités de modification, pour modifier l'énergie, la structure temporelle, et la structure fréquentielle d'au moins l'un des évènements.

L'unité de modification de la structure temporelle est reliée à un incrémenteur temporel de décalage qui enregistre le temps d'allongement ou de raccourcissement résultant de la modification de la structure temporelle ; l'incrémenteur réduit également le silence supérieur à une valeur donnée de parole ou du bruit.

De préférence, les évènements traités sont reclassés chronologiquement dans un additionneur de séquences temporelles dont la sortie constitue le signal de sortie du dispositif de traitement.

L'invention a également pour objet un appareil, comportant des moyens de réception d'un signal sonore, des moyens de traitement dudit signal et des moyens de restitution du signal sonore modifié, lesdits moyens de traitement dudit signal comprenant le dispositif de traitement selon l'invention.

Pour mieux faire comprendre l'objet de l'invention, on va en décrire, maintenant, à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, des schémas de réalisation représentés sur les dessins annexés.

Sur ces dessins :

- la figure 1 représente le synoptique fonctionnel du dispositif de traitement selon l'invention ;

- la figure 2 représente la partie du modificateur d'évènements de la figure 1 qui traite une voyelle ;

- la figure 3 représente la partie du modificateur d'évènements de la figure 1 qui traite une consonne à formants ;
- la figure 4 représente la partie du modificateur d'évènements de la figure 1 qui traite une consonne à explosion ;
- la figure 5 représente la partie du modificateur d'évènements de la figure 1 qui traite une consonne à friction ;
- la figure 6 représente la partie du modificateur d'évènements de la figure 1 qui traite des transitions ;
- la figure 7 représente la partie du modificateur d'évènements de la figure 1 qui traite du silence de parole ou du bruit;
- la figure 8 montre une variante d'une partie du circuit de traitement ;
- la figure 9 est analogue à la figure 2 à laquelle on a rajouté la variante selon la figure 8.

La figure 1 représente le synoptique fonctionnel du dispositif de traitement selon la présente invention. Le dispositif de traitement comprend un détecteur d'évènements : voyelle, consonne, transitions, silence de parole ou bruit, destiné à segmenter le signal sur l'axe du temps, pour qu'ensuite chaque type d'évènement soit envoyé dans un circuit de traitement spécifique à l'évènement dont chaque indice pertinent sera spécifiquement modifié sur les plans temps-fréquences-énergie pour être adapté à la perception du sujet sourd.

Le détecteur d'évènements a pour rôle de reconnaître les différents évènements qui surviennent dans le temps et que sont une voyelle, des transitions, une consonne à formants, une consonne à friction, une consonne à explosion, un silence de parole (ou du bruit) supérieur à 300 ms.

Le détecteur d'évènements se compose d'un analyseur d'énergie 11 qui enregistre la courbe d'intensité et à quel moment celle-ci est à un niveau minimum, moyen, maximum, brutalement variable, ou à un niveau de silence de parole (ou présence de bruit), d'un analyseur de structure temporelle 12 qui enregistre quelles sont les séquences où l'évènement est continu et celles où il est de type explosion, d'un analyseur de structure fréquentielle 13 qui enregistre les séquences où l'évènement a une structure fréquentielle harmonique,

composée de formants, et celles où l'évènement a une structure fréquentielle de type aléatoire (bruit de friction, bruit d'explosion).

Le signal 10 est envoyé simultanément sur les trois analyseurs qui adressent leurs informations à un détecteur opérateur 14 qui en effectue la synthèse et détermine lequel des évènements est en cours. Le type d'évènement est sélectionné par les caractéristiques suivantes : une voyelle par une structure temporelle continue, une énergie maximum, une structure fréquentielle harmonique (formants) ; les transitions par leur structure temporelle continue, une énergie montante au début d'une transition, une énergie descendante à la fin d'une transition, leur structure fréquentielle harmonique (formants) ; une consonne à formants par une structure temporelle continue, une énergie moyenne, une structure fréquentielle harmonique (formants) ; une consonne à friction par une structure temporelle continue, une structure fréquentielle aléatoire, une énergie moyenne ; une consonne à explosion par une structure temporelle interrompue, une structure fréquentielle aléatoire (explosion), une énergie minimum.

Le signal est ensuite acheminé par une ligne 18 vers un segmenteur temporel d'entrée 15 dont le rôle est de sectionner l'évènement en cours pour le séparer de l'évènement suivant ; l'évènement en cours est ensuite envoyé par la ligne 20 vers un sélecteur d'évènements 16 sous contrôle 17 du détecteur opérateur 14. Le rôle du sélecteur d'évènements est d'orienter l'évènement en cours selon son type vers son propre circuit de traitement spécifique.

Pour son traitement, le signal est envoyé, par la ligne 26, dans un modificateur d'évènements 21. Le modificateur d'évènements 21 comprend des unités de modification de l'énergie 21 a, de la structure fréquentielle 21 b et de la structure temporelle 21 c, chaque unité comprenant un ensemble de six circuits, chacun étant spécialisé dans le traitement d'un des types d'évènements.

Un incrémenteur temporel de décalage 22, relié en 24 à l'unité de modification temporelle 21 c, enregistre le temps d'allongement ou de raccourcissement résultant du traitement temporel d'un évènement ; cet incrémenteur réduit les silences de parole ou du bruit supérieurs à 300 ms dans le discours d'un locuteur pour annuler à

chaque silence de parole le retard temporel induit par le traitement du signal.

La sortie 27 du modificateur d'évènements 21 est reliée à un additionneur de séquences temporelles de sortie 23 qui remet bout à bout, dans le temps, les évènements après qu'ils aient subi chacun un traitement spécifique du signal ; le signal est ensuite acheminé vers la sortie 25 du dispositif de traitement selon l'invention.

Nous allons décrire maintenant, plus en détails, le modificateur d'évènements 21 et son fonctionnement.

La figure 2 traite le cas d'une voyelle ; lorsqu'un évènement de type voyelle est détecté, le sélecteur d'évènements 16 adresse ce signal, à l'entrée du dispositif traitement de voyelle du modificateur 21, dans quatre filtres passe-bande F1, F2, F3, F4 ; le filtre F1 a le rôle d'isoler le fondamental laryngé ; le réglage 212 permet, suivant la surdité, d'atténuer l'amplitude du fondamental laryngé de 0 à - 30 dB car celui-ci est un indice faiblement pertinent dans la perception des voyelles ; le filtre F2 a le rôle d'isoler fréquentiellement le premier renforcement spectral RF1 de la voyelle ; selon la voyelle, le RF1 a une valeur située entre 250 et 750 Hz, c'est pourquoi le filtre F2 est paramétré pour laisser passer cette bande de fréquences ; le filtre F3 a le rôle d'isoler fréquentiellement le RF2 de la voyelle ; selon la voyelle, le RF2 a une valeur située entre 750 et 2400 Hz, d'où les valeurs fréquentielles du filtre F3 ; le filtre F4 a pour rôle de laisser passer les composantes spectrales de la voyelle supérieures à 2400 Hz ; les valeurs fréquentielles des filtres F2, F3, F4, valables pour la langue française et de nombreuses langues étrangères, peuvent légèrement varier en fonction des autres langues ; le réglage 219 permet d'atténuer l'amplitude de ces formants de 0 à - 30 dB suivant la surdité, car ceux-ci sont des indices faiblement pertinents dans la perception des voyelles.

Le RF1 et le RF2 de la voyelle, passant respectivement dans les filtres F2 et F3, vont chacun subir un traitement de leur enveloppe fréquentielle pour être mieux perçus par le sourd ; ces deux formants constituent en effet les deux indices pertinents caractérisant une voyelle donnée. Le traitement fréquentiel du RF1 doit être réglé séparément de celui du RF2 puisque les problèmes de perception ne sont généralement

pas les mêmes dans leur zone respective de fréquences ; c'est pourquoi il y a deux circuits de traitement, l'un pour RF1 et l'autre pour RF2.

Chacun de ces deux circuits est composé d'un expandeur de dynamique 201, 203 réglable (202, 204) pour augmenter l'amplitude du formant et donner à l'oreille sourde plus de facilité à avoir une juste sensation de hauteur fréquentielle du formant en question.

A la sortie de l'expandeur de dynamique, le formant est envoyé dans un détecteur max 208, 209 qui détermine la fréquence la plus intense de l'enveloppe fréquentielle du formant. Ce détecteur est couplé à un ajouteur de fréquences inférieures 210, 215 à la fréquence la plus intense et à un ajouteur 211, 216 de fréquences supérieures à la fréquence la plus intense ; le rôle de l'ajouteur 210, 215 est d'étirer l'enveloppe fréquentielle du formant vers les basses fréquences, celui de l'ajouteur 211, 216 est d'étirer l'enveloppe fréquentielle du formant vers les hautes fréquences. Chaque ajouteur est doté d'un réglage 213, 214, 217, 218 déterminant la pente de l'enveloppe à partir du maximum détecté, laquelle est réglable par une atténuation et permet de favoriser la stimulation de zones de fréquences moins perturbées que celle du formant chez un sourd donné, et donc d'en favoriser la perception.

L'ensemble constitué par le détecteur max 208, 209, les ajouteurs de fréquences inférieures 210, 215 et supérieures 211, 216 dotés des réglages 213, 214, 217, 218 constitue, comme on l'aura compris, un transformateur d'enveloppe, ici l'enveloppe du signal sortant de l'expandeur 201, 203.

L'ensemble des signaux sortant des filtres, des expandeurs de dynamique via les lignes 205, 206 et des ajouteurs de fréquences sont additionnés par un additionneur de fréquences 220 pour reconstituer un spectre entier et déformé de la voyelle. Le signal 222 est ensuite envoyé à un réducteur de temps 221 réglable par 224, qui va réduire la durée effective de la voyelle de 0 à 40 % : en effet, le fait d'obtenir une voyelle plus courte permettra d'atténuer le phénomène de masquage temporel de cette voyelle sur les évènements suivants dans le temps. Les valeurs de réduction de la durée de la voyelle permettent de ne pas altérer la perception de celle-ci, la durée résultante étant suffisante pour une correcte perception.

La figure 3 traite le cas d'une consonne à formants ; lorsqu'un évènement de type consonne à formants est détecté, le sélecteur d'évènements 16 adresse ce signal à l'entrée du dispositif traitement de consonnes à formants du modificateur 21 ; le traitement est identique à celui des voyelles avec cependant les différences suivantes liées à un problème de perception propre aux consonnes à formants : le choix de l'amplitude de chaque indice pertinent composant la consonne à formants et le choix de l'enveloppe fréquentielle résultante de chaque formant sont généralement différents de ceux des voyelles.

Les éléments de la figure 3 jouant le même rôle que ceux de la figure 2 ont été repérés par un numéro en 300 au lieu d'un numéro en 200.

Un opérateur de prolongation 322 permettra non pas de raccourcir mais de rallonger la durée de la consonne à formant pour en faciliter la perception puisque ce type de consonne est fréquemment mal perçu par l'oreille sourde ; la durée du rallongement est sélectionnée par un réglage 324 ; elle peut être augmentée de 0 à 40 % suivant la surdité.

La figure 4 traite le cas d'une consonne à explosion ; lorsqu'un évènement de type consonne à explosion est détecté, le sélecteur d'évènement 16 adresse ce signal à l'entrée du circuit traitement consonne à explosion du modificateur 21 ; l'évènement est envoyé dans deux filtres passe-bande : le filtre CF1 destiné à laisser passer l'éventuel fondamental laryngé de la consonne,le filtre CF5 passe-haut pour les fréquences supérieures à 400 Hz destiné à laisser passer l'explosion de la consonne.

L'amplitude de l'éventuel fondamental est choisie par le réglage 412 de 0 à + 30 dB pour permettre une perception plus prononcée de celui-ci. Il est ensuite adressé à un opérateur de prolongation 421 qui augmente la durée de la consonne en utilisant un réglage 424 de 0 à 40 %.

Après être passé par le filtre CF5, l'enveloppe fréquentielle de l'explosion est traitée de la même façon que le formant d'une voyelle, à ceci près que les réglages 402, 413, 414 seront différents pour adapter l'enveloppe spectrale de l'explosion à la perception du

sujet sourd. Le fait d'étirer l'enveloppe spectrale vers les aigus diminuera la trainée temporelle de l'explosion tandis que l'étirement de l'enveloppe spectrale vers les graves aura pour effet d'augmenter la trainée temporelle de l'explosion.

La nouvelle forme de l'enveloppe fréquentielle de l'explosion, après avoir été reconstituée et ajoutée en 432 à un éventuel fondamental par un additionneur de fréquences 420, est envoyée en 422 dans un retardateur 425 contrôlé en 434 par l'opérateur de prolongation 421 et retardant la production de l'explosion.

La figure 5 traite le cas d'une consonne à friction ; lorsqu'une consonne à friction est détectée, elle est adressée par le sélecteur d'évènements 16 au circuit traitement consonne à friction du modificateur 21 ; comme pour la consonne à explosion, un éventuel fondamental laryngé est isolé par un filtre CF1, dont l'amplitude pourra être augmentée par un réglage 412 de 0 à 30 dB. Le bruit de friction passe dans le filtre CF5 ; son enveloppe fréquentielle est traitée comme le formant d'une voyelle, à ceci près qu'il s'agit de bruit aléatoire et que les réglages 402, 413, 414 sont choisis pour adapter l'enveloppe fréquentielle de la friction au sujet sourd pour qu'il puisse mieux la percevoir.

Après avoir été reconstitué par un additionneur de fréquences 420, le signal est envoyé en 436 dans un opérateur de prolongation 421 ; l'augmentation de la durée de l'évènement est sélectionnée de 0 à 40 % par le réglage 424 en fonction de la surdité.

La figure 6 traite le cas des transitions ; une fois détecté, l'évènement de type transitions est envoyé par le sélecteur d'évènements dans le circuit traitement transitions du modificateur 21 ; une première modification temporelle du signal est réalisée par un opérateur d'insertion de phases 500 ; celui-ci ajoute une ou plusieurs phases supplémentaires (réglage 531 suivant la surdité) entre deux phases du signal d'entrée ; la ou les phases ajoutées ont un spectre correspondant à la moyenne des spectres des phases précédente et suivante. Cette opération a pour effet de rallonger chaque transition par rapport au temps et d'adoucir la pente de chacune d'entre elles. Chaque transition sera ainsi plus facilement perçue par l'oreille sourde.

Le signal est ensuite envoyé dans un dispositif qui permet un traitement de l'enveloppe fréquentielle de la transition du premier formant TF2 et celle de la transition du deuxième formant TF3 ; à chaque instant, ce traitement de l'enveloppe fréquentielle est identique à celui du RF1 et du RF2 des voyelles, avec cependant une différence au niveau des réglages 502 , 504, 504, 513, 514, 517, 518, ainsi que des réglages 512 et 519, ceci afin d'adapter spécifiquement la forme et l'énergie de chaque transition pour qu'elle soit mieux perçue par l'oreille sourde.

Chaque transition est envoyée dans un calculateur de pente et de prolongation 525, 526, 527 qui calcule la variation fréquentielle dans le temps de la transition et détermine quel prolongement il faut lui ajouter pour rendre plus marqué son caractère de variation fréquentielle.

Un opérateur de prolongement 521 ajoute à chaque transition le segment temporel déterminé par le calculateur de pente et de prolongation. La durée du prolongement à ajouter aux transitions est choisie à l'aide du réglage 524.

La figure 7 traite du cas de l'absence de parole, donc de la présence des bruits pendant cette durée ; lorsqu'un silence de parole supérieur à 300 ms est détecté, le sélecteur d'évènements adresse ce signal à un atténuateur réglable 223 pour réduire l'intensité du bruit, puis à un réducteur temporel 221 contrôlé par l'incrémenteur temporel de décalage 22. En effet, ce dernier a enregistré le retard cumulé au fil des évènements par le traitement du signal et détermine le retard à rattraper par rapport au temps strictement réel de prononciation des mots par un orateur.

Lorsque le réducteur temporel soustrait à la durée du silence de parole le retard cumulé par les traitements successifs, l'incrémenteur temporel de décalage est remis à zéro si, bien évidemment, la durée du retard est inférieure à celle de l'absence de parole.

En se reportant à la figure 8, pour mieux exploiter les zones fréquentielles les moins perturbées, par exemple pour une oreille sourde donnée, il est avantageux d'ajouter, dans les circuits de traitement, à la sortie 103 de l'expandeur de dynamique 102, un détecteur d'enveloppe fréquentielle 104 ; les fréquences de l'enveloppe

sont ensuite divisées en 107 par un nombre entier n, par exemple 2, et multipliées en 108 par un nombre entier n', par exemple 2 également, puis envoyées sur l' additionneur de fréquences 114 ; des réglages 109 et 110 permettent l'adaptation à la surdité. L'ensemble de cette disposition particulière est notée 100 sur la figure 8.

En appliquant, par exemple, cette disposition au traitement des voyelles, le synoptique correspondant est montré figure 9, qui est analogue à la figure 2, mais sur laquelle ont été ajoutées deux dispositions 100 ; on notera que, bien entendu, la disposition 100 appliquée, dans cet exemple, au traitement des voyelles, peut également, avantageusement, être appliquée aux autres traitements tels que décrits ci-dessus.

Le transformateur d'enveloppe, tel que défini à propos de la figure 2, et schématisé, sur cette figure 9, par le trait mixte désigné par le repère 600, peut, en variante, être utilisé pour transformer toute enveloppe du signal à quelque niveau de traitement que ce soit, notamment après division en 107 et/ou multiplication en 108 selon la disposition notée 100 sur la figure 8 ; une telle variante est schématisée sur cette figure 8 par les traits mixtes notés 600 ; cette disposition constitue un moyen supplémentaire d'adaptation de l'enveloppe du signal de sortie aux capacités auditives du sujet traité.

Le dispositif de traitement selon l'invention a été décrit en application à la correction de la surdité ; mais, bien entendu, il n'est pas limité à cette application ; il peut également être utilisé en perception de la parole dans le bruit, rééducation orthophonique, apprentissage de langues étrangères, systèmes radio, télécommunications, implants cochléaires, traitement du signal de parole des plongeurs, amplificateurs (musique, chant, sons de films...).

REVENDICATIONS

1. Dispositif de traitement d'un signal sonore (10) comportant un détecteur d'évènements, apte à reconnaître les différents phénomènes sonores et comprenant un analyseur (12) de structure temporelle de chaque évènement pour distinguer les séquences où ledit évènement est continu de celles où il est du type à explosion, et un modificateur (21) d'évènements comprenant une unité de modification (21c) pour modifier ladite structure temporelle.

2. Dispositif de traitement selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les informations délivrées par ledit analyseur (12) sont envoyées à un détecteur opérateur (14) qui détermine le type de l'évènement en cours.

3. Dispositif de traitement selon la revendication 2, caractérisé par le fait que le type de l'évènement en cours est choisi dans le groupe formé par une voyelle, une consonne à formants, une consonne à friction, une consonne à explosion, une transition, un silence de parole, durant lequel du bruit sera présent, et tout son porté par un signal.

4. Dispositif de traitement selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé par le fait que deux évènements consécutifs sont séparés l'un de l'autre par un segmenteur temporel (15).

5. Dispositif de traitement selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait que le modificateur d'évènements (21) comprend une unité de traitement spécifique prévue pour chacun des types d'évènement.

6. Dispositif de traitement selon la revendication 5, caractérisé par le fait qu'un sélecteur (16) d'évènements oriente l'évènement vers son unité de traitement spécifique.

7. Dispositif de traitement selon les revendications 2 et 6, caractérisé par le fait que l'orientation de l'évènement par le sélecteur d'évènements est contrôlée (17) par le détecteur opérateur (14).

8. Dispositif de traitement selon les revendications 5 et 7, caractérisé par le fait que l'unité de traitement spécifique comprend six circuits de traitement spécialisés pour le traitement des voyelles, des consonnes à formants, à friction et à explosion, des transitions et des silences de parole.

9. Dispositif de traitement selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que le détecteur d'évènements comprend également un analyseur de l'énergie (11) du signal de chaque évènement, ledit modificateur (21) d'évènements comprenant, en outre, une unité de modification (21a) pour modifier l'énergie d'au moins l'un des évènements.

10. Dispositif de traitement selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que le détecteur d'évènements comprend également un analyseur de structure fréquentielle (13) pour distinguer les séquences où ledit évènement a une structure harmonique, composée de formants, de celles où il a une structure aléatoire, ledit modificateur (21) d'évènements comprenant, en outre, une unité de modification (21b) pour modifier la structure fréquentielle d'au moins l'un des évènements.

11. Dispositif de traitement selon les revendications 1, 9 et 10, caractérisé par le fait que le modificateur d'évènements (21) comprend trois unités de modification (21a, 21b, 21c), pour modifier l'énergie, la structure temporelle, et la structure fréquentielle d'au moins l'un des évènements.

12. Dispositif de traitement selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'unité de modification (21c) de la structure temporelle est reliée à un incrémenteur (22) temporel de décalage qui enregistre le temps d'allongement ou de raccourcissement résultant de la modification de la structure temporelle.

13. Dispositif de traitement selon la revendication 12, caractérisé par le fait que l'incrémenteur (22) réduit le silence de parole supérieur à une valeur donnée.

14. Dispositif de traitement selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé par le fait que les évènements traités sont reclassés chronologiquement dans un additionneur (23) de séquences temporelles dont la sortie (25) constitue le signal de sortie du dispositif de traitement.

15. Appareil comportant des moyens de réception d'un signal sonore, des moyens de traitement dudit signal et des moyens de restitution du signal sonore modifié, caractérisé par le fait que les

moyens de traitement dudit signal comprennent le dispositif de traitement selon les revendications 1 à 14 précédentes.

2695750

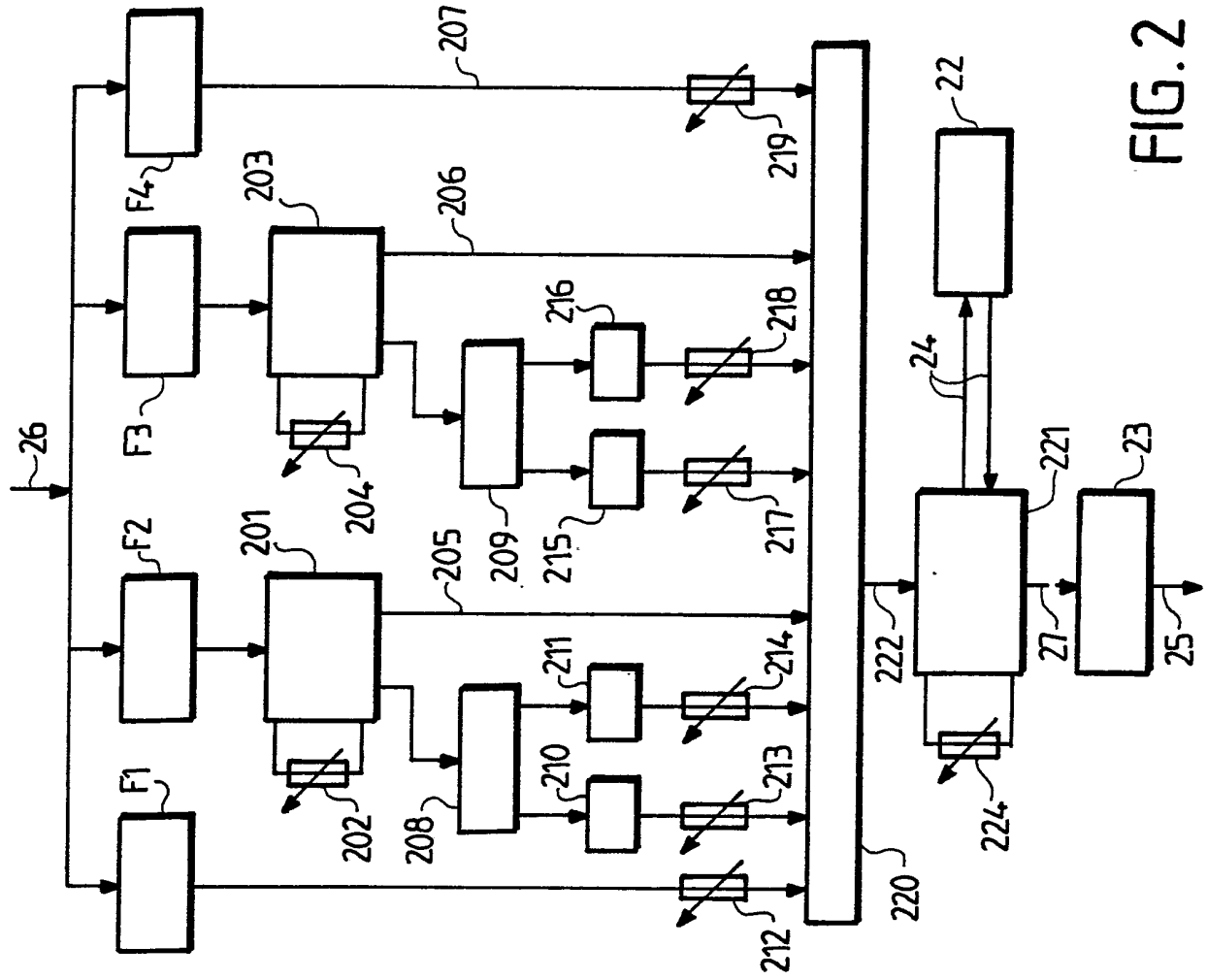


FIG. 2

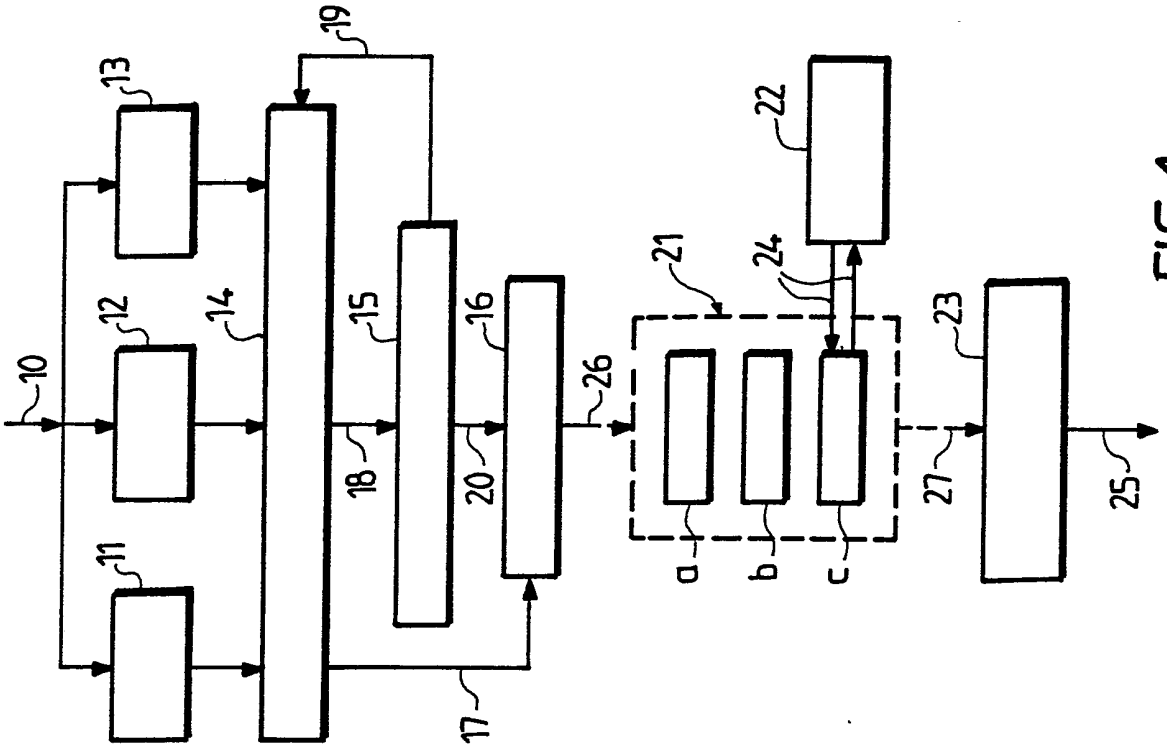


FIG. 1

2695750

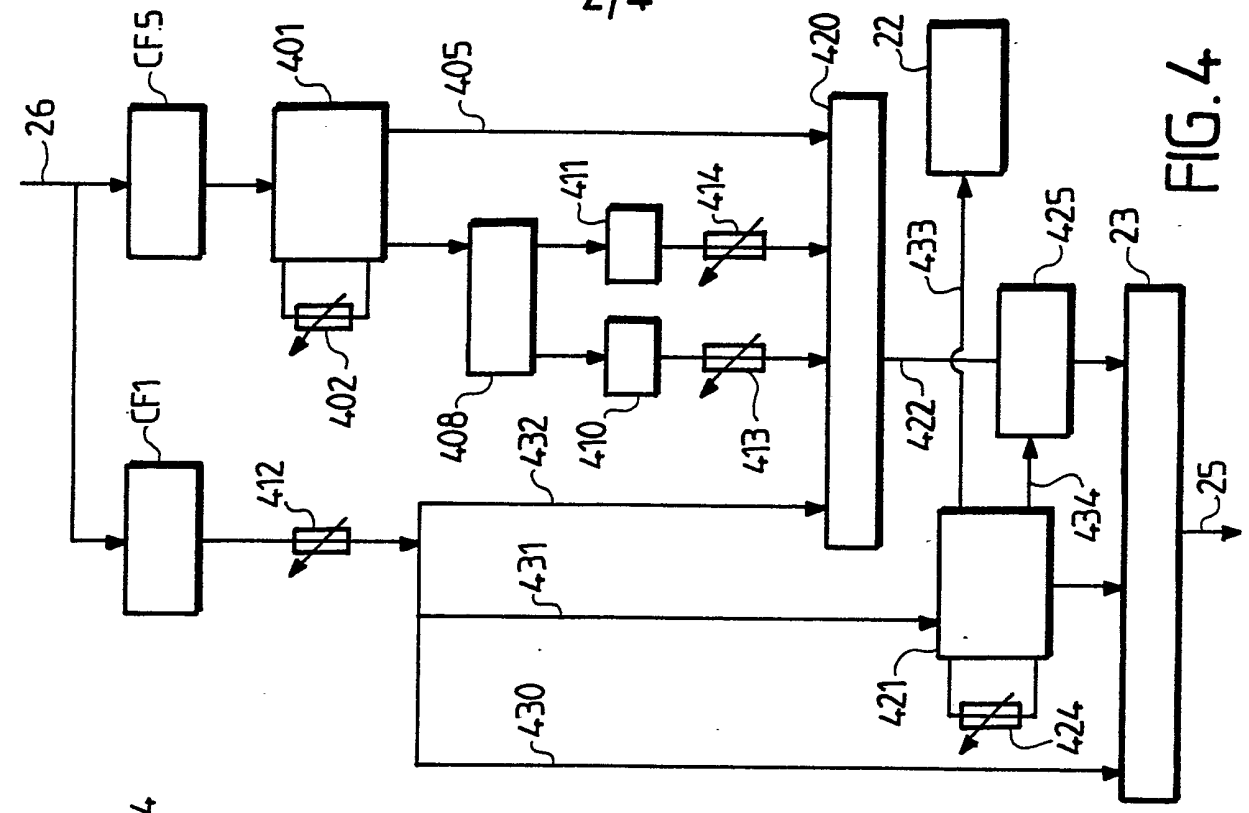


FIG. 4

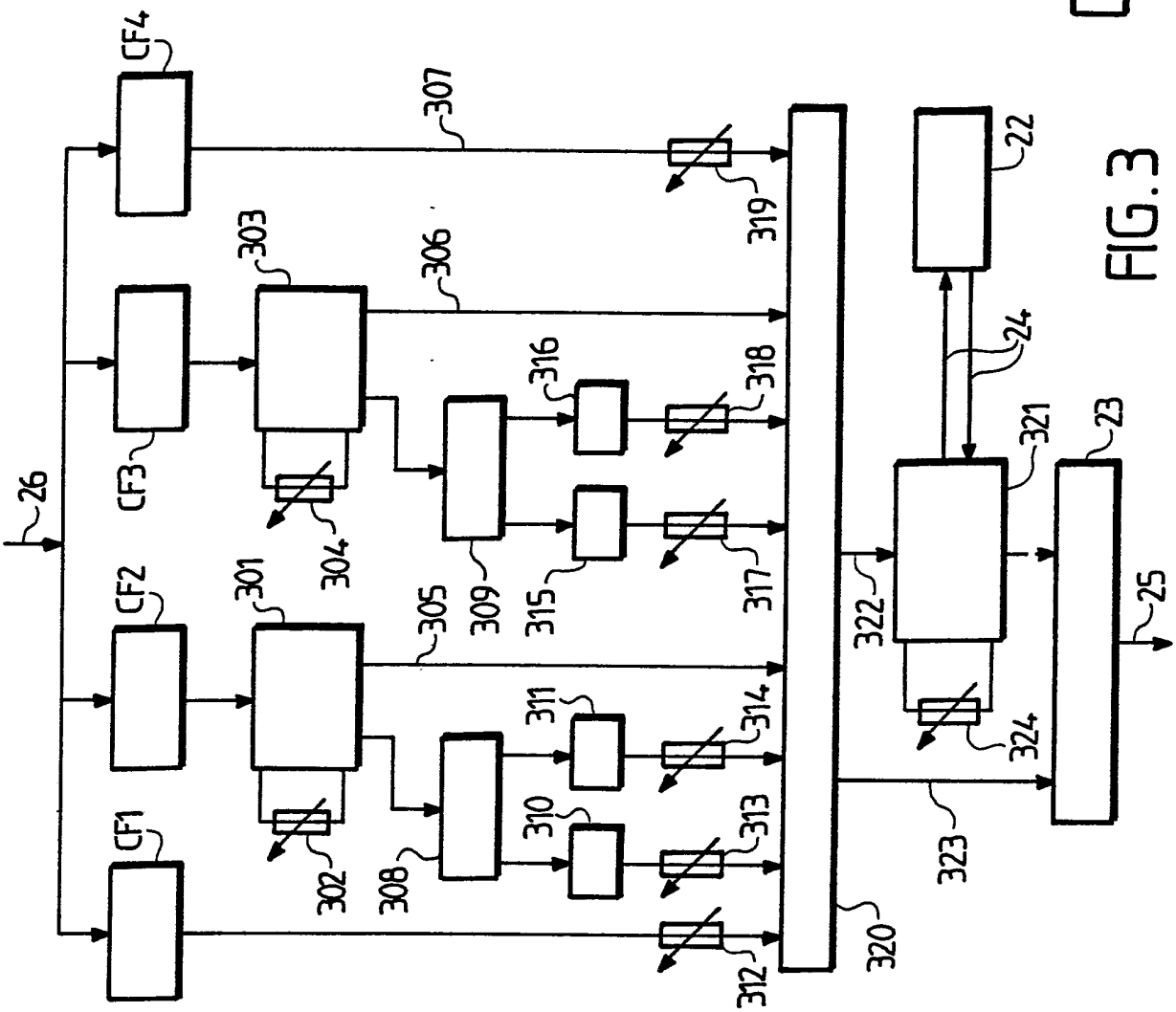


FIG. 3

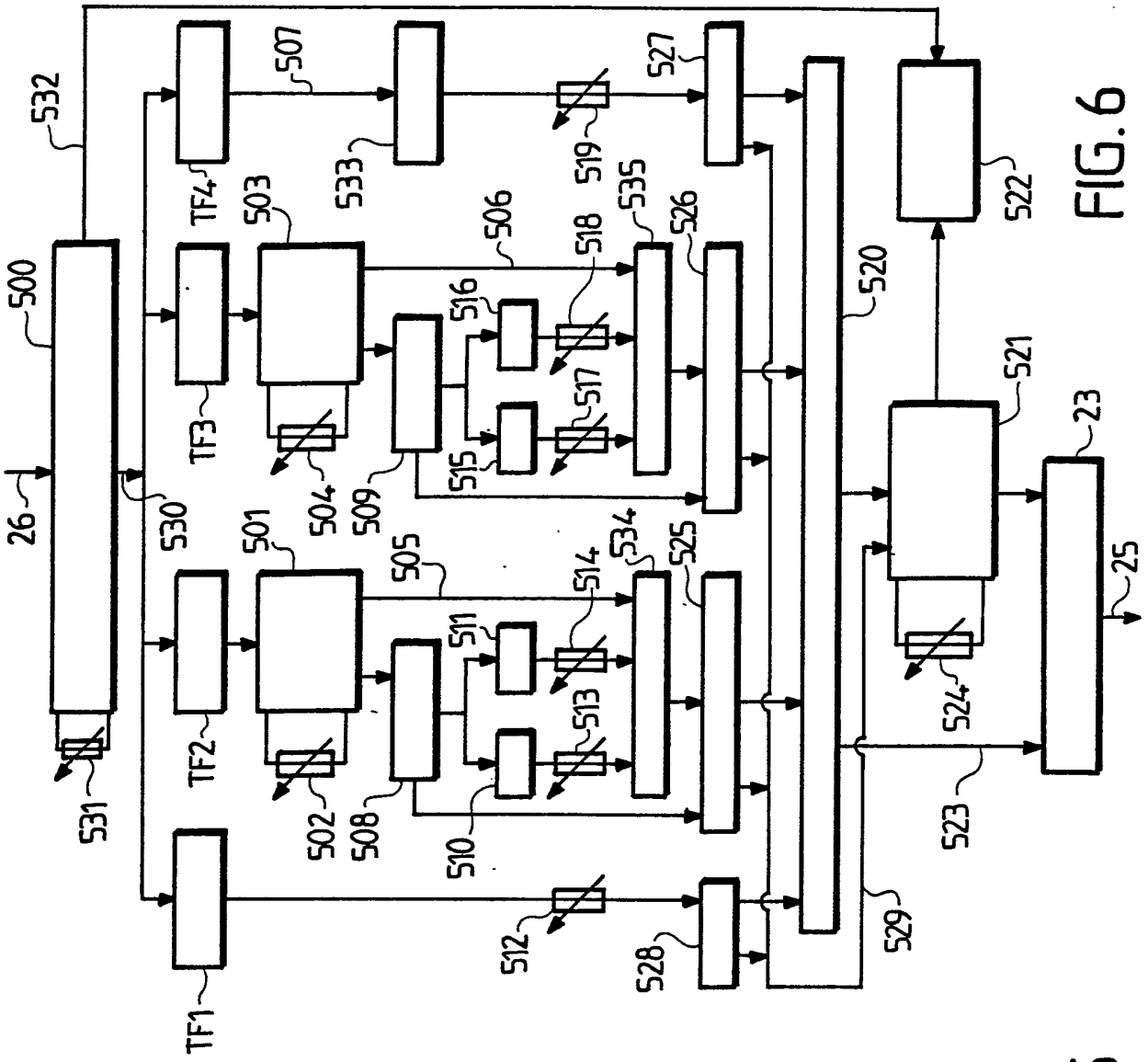

26
500
531
532
530
TF1
TF2
TF3
TF4
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
533
534
535
23
25

FIG. 6

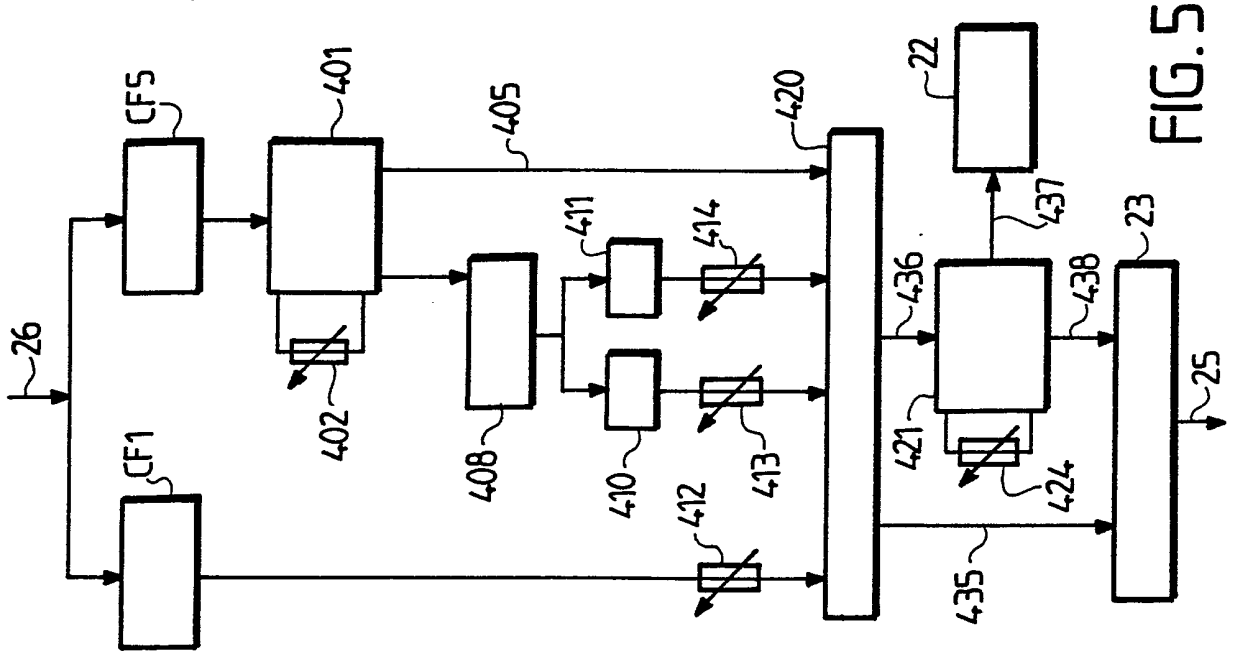

26
CF1
CF5
401
402
405
408
410
411
412
413
414
420
421
424
435
436
437
438
22
23
25

FIG. 5

2695750

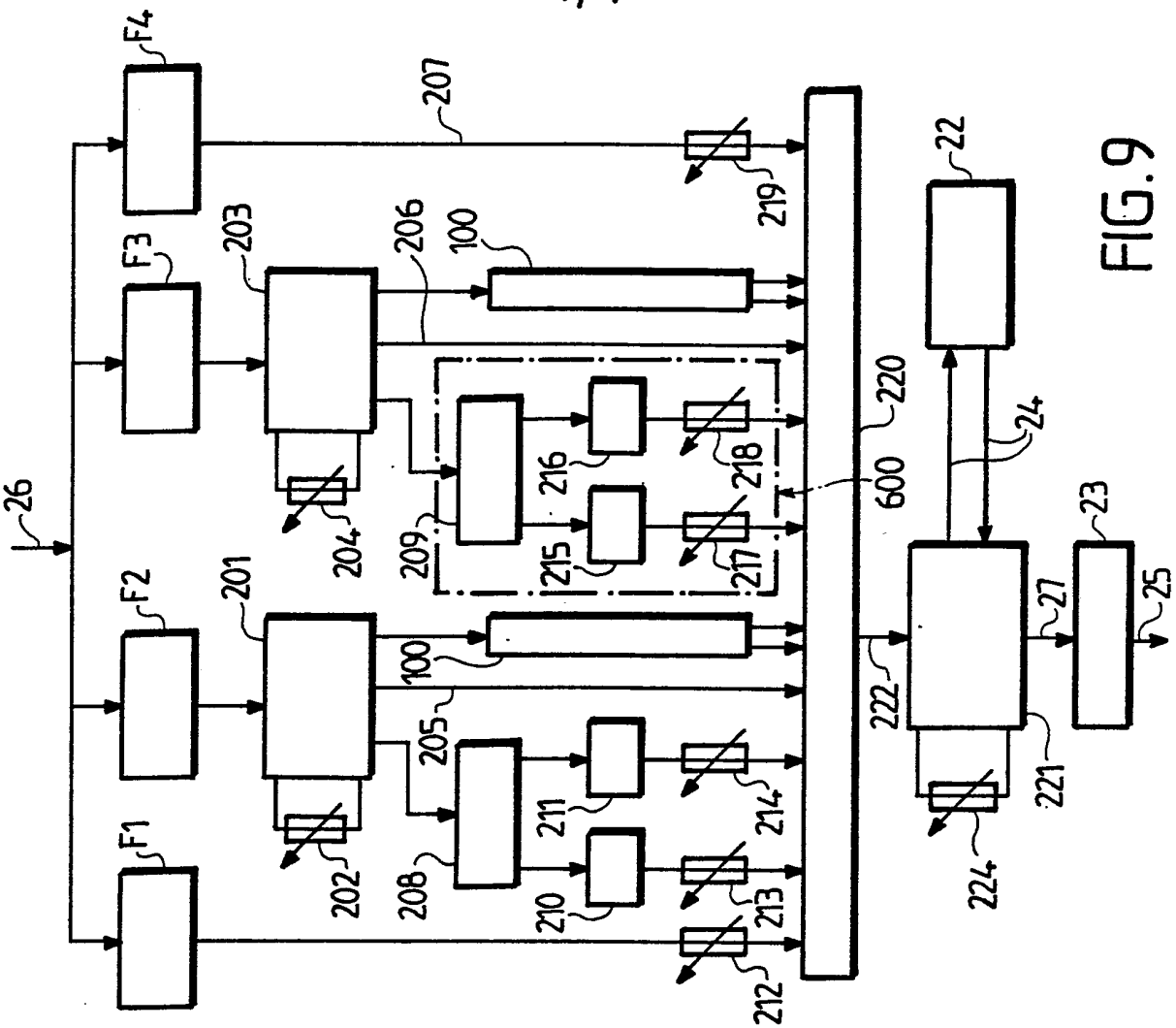


FIG. 9

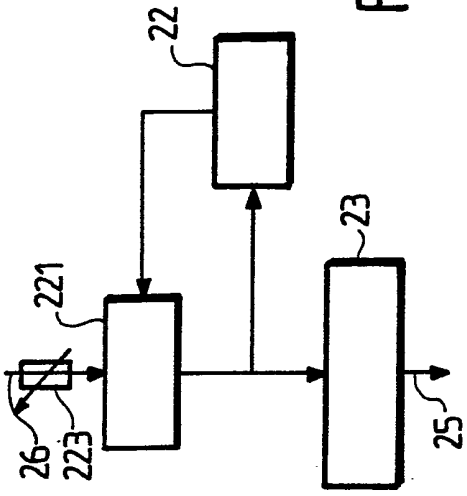


FIG. 7

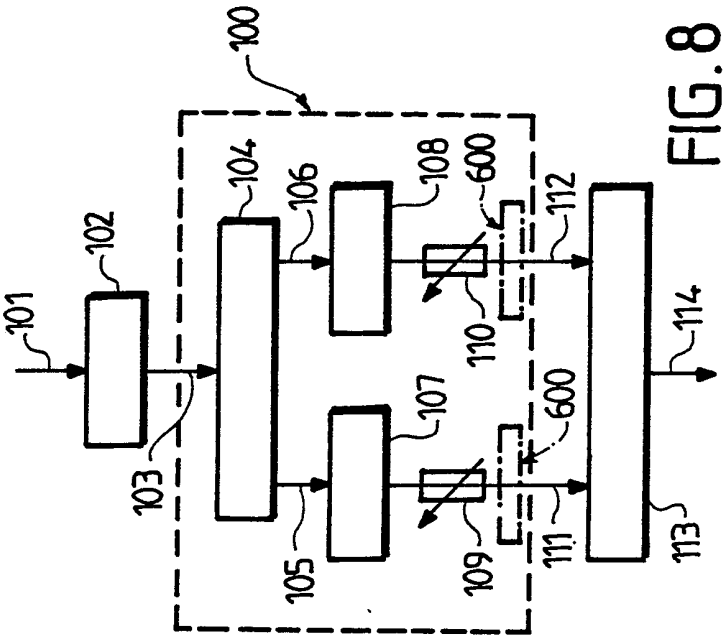


FIG. 8

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

2695750
N° d'enregistrement national

RAPPORT DE RECHERCHE

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

FR 9211080
FA 480813

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
X	WO-A-9 106 944 (MOTOROLA INC.) * Revendication 4; figure 2 * ---	1,2,4-7,12-14
X	ICC'84: "LINKS FOR THE FUTURE"/IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS, Amsterdam, 14-17 mai 1984, vol. 3, pages 1504-1507, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, NL; E. BRAZDA: "High quality bandwidth reduction of speech signals" * Paragraphe 2: "Algorithm"; paragraphe 3: "Segmentation"; figures 1-3 * ---	1-4,15
X	EUROSPEECH 89 (EUROPEAN CONFERENCE ON SPEECH COMMUNICATION AND TECHNOLOGY, Paris, 26-29 septembre 1989, vol. 1, pages 596-599), CEP Consultants, Edinburgh, GB; S.T. JOVICIC et al.: "An algorithm for time-scaling of speech signal" * Paragraphe 3: "Description of algorithm" * ---	1,2,4
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 8, no. 196 (P-299)(1633), 8 septembre 1984; & JP-A-59 82 608 (NIPPON DENSHIN DENWA KOSHA) 12-05-1984 * Résumé * ---	1
X	IEEE TRANSACTIONS ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, vol. ASSP-24, no. 6, décembre 1976, pages 473-480, New York, US; S.G. KNORR: "A hearing aid for subjects with extreme high-frequency losses" * Page 473: "Abstract"; figure 1 * --- -/-	1,2,5

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
G 10 L 3/02

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
12-05-1993	ARMSPACH J F A

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

- X : particulièrement pertinent à lui seul
- Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
- A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
- 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

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

2695750 2
N° d'enregistrement national

RAPPORT DE RECHERCHE

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

FR 9211080
FA 480813

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR-A-2 087 032 (CENTRE NATIONAL D'ETUDES DES TELECOMMUNICATIONS) * Page 7, ligne 15 - page 10, ligne 22; figures 5,8 * ---	9	
X	US-A-4 468 804 (J.M. KATES et al.) * Revendication 4 * ---	9	
X	EP-A-0 076 687 (SIGNATRON INC.) * Page 3, ligne 14 - page 4, ligne 1 * ---	9,10	
A	ICASSP 88 (1988 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, New York, 11-14 avril 1988), vol. 1, pages 343-346, IEEE, New York, US; V. GONCHAROFF et al.: "Adaptive speech modification by spectral warping" * Page 343: "Abstract"; figure 1 * ---	9,10	
X	IECON'87 (1987 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, CONTROL, AND INSTRUMENTATION, Cambridge, 3-6 novembre 1987), vol. 2, pages 997-1002, IEEE, New York, US; R.J. CONWAY et al.: "Adaptive processing with feature extraction of enhance the intelligibility of noise-corrupted speech" * Paragraphe 2.0: "Description of the method"; paragraphe 3.0: "Implementation" * --- -/-	10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
12-05-1993	ARMSPACH J F A

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
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

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

2695750 3
N° d'enregistrement national

RAPPORT DE RECHERCHE

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

FR 9211080
FA 480813

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	THE JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF JAPAN, vol. 33, no. 8, août 1977, pages 405-411, Tokyo, JP; H. SUZUKI et al.: "Extraction of speech in noise by digital filtering" * Page 405, résumé * -----	10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
12-05-1993	ARMSPACH J F A

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
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

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)