

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 719 070 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
26.06.1996 Bulletin 1996/26

(51) Int Cl. 6: H04R 1/40, H04R 3/00

(21) Numéro de dépôt: 95402816.3

(22) Date de dépôt: 14.12.1995

(84) Etats contractants désignés:  
DE FR GB IT

(72) Inventeur: Grenier, Yves  
F-94230 Cachan (FR)

(30) Priorité: 21.12.1994 FR 9415429

(74) Mandataire: Schmit, Christian Norbert Marie  
Cabinet BALLOT-SCHMIT,  
16, avenue du Pont Royal  
94230 Cachan (FR)

(71) Demandeur: FRANCE TELECOM  
F-75015 Paris (FR)

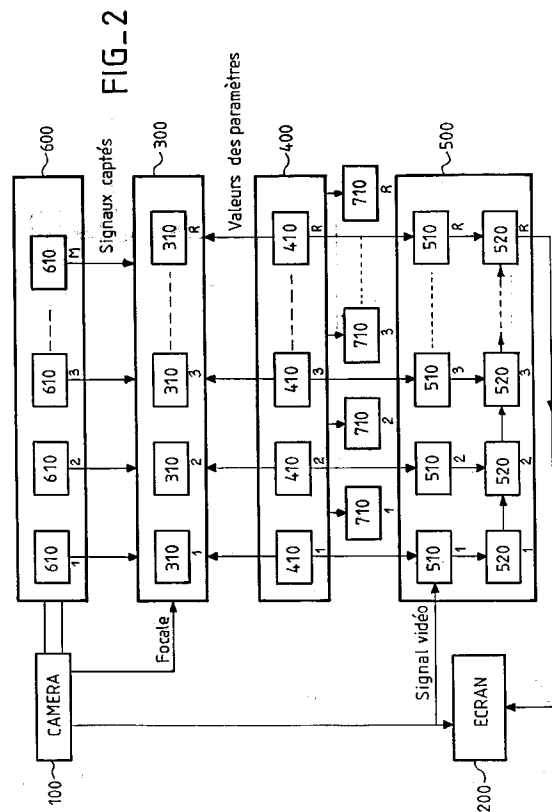
(54) Dispositif de prise de sons comprenant un système vidéo pour le réglage de paramètres et procédé de réglage

(57) L'invention concerne un dispositif de prise de sons auquel on a associé un système vidéo de pointage et un procédé de réglage des paramètres caractéristiques de la prise de sons.

Le dispositif comprend, outre un réseau de capteurs, une unité de contrôle et des moyens de réglage des paramètres caractéristiques, une caméra vidéo, un écran vidéo et des moyens de couplage de l'écran aux moyens de réglage des paramètres caractéristiques de chacune des voies de réception du son, afin de réaliser une superposition d'images permettant de contrôler le réglage des paramètres par rapport à la position et à la taille des sources sonores.

Un procédé de réglage des paramètres caractéristiques, de la prise de sons permet d'interpoler linéairement et dans le temps les coefficients de filtres numériques.

Application dans les systèmes de prise de sons adaptés aux salles de conférences.



EP 0 719 070 A1

**Description**

L'invention concerne un dispositif de prise de sons auquel on a associé un système vidéo de pointage.

Ce dispositif peut être particulièrement utile dans certaines applications et notamment lors de conférences, concerts ou tout autre évènement méritant une prise de sons de parfaite qualité.

Le dispositif selon l'invention permet de capter simultanément et indépendamment les sons provenant de plusieurs sources sonores, sans avoir à approcher les capteurs à proximité de ces sources, tout en donnant l'impression auditive que le son est capté près de chaque source. Pour cela, il permet de réduire la réverbération du son ainsi que le niveau du bruit ambiant.

De nombreux dispositifs de prise de sons ont déjà été élaborés en vue de capter des sons sans avoir à approcher les capteurs à proximité des sources.

Ces dispositifs comprennent des réseaux de capteurs, une unité de contrôle utilisant notamment des filtres pour le traitement des signaux reçus par les capteurs, et des moyens de réglage des paramètres caractéristiques de la prise de sons.

Cependant, de tels dispositifs ne permettent pas de régler indépendamment les paramètres caractéristiques de chacune des voies de réception du son, afin de capter séparément les sons issus de plusieurs sources sonores. On ne peut pas, non plus, contrôler les variations de ces paramètres par rapport à la position et à la taille des sources sonores à partir desquelles les sons sont captés.

Le brevet EP 0 381 498 décrit, en outre, un dispositif de prise de sons comprenant un circuit de changement des coefficients des filtres numériques qui permet de faire varier, arbitrairement, les caractéristiques directionnelles des voies de réception du son.

Toutefois, lors du changement des coefficients des filtres, de petites perturbations sont audibles et nuisent à la qualité du son. Ces perturbations sont dues au changement brutal du jeu de paramètres caractéristiques de la prise de son, qui est régi par le changement des coefficients des filtres.

Ces dispositifs ne permettent pas, en outre, d'obtenir toute la précision désirée pour le réglage des paramètres caractéristiques des voies de réception du son.

La présente invention permet de remédier à ce problème. Elle a en effet pour objet un dispositif comportant un réseau d'éléments capteurs, une unité de contrôle utilisant notamment des filtres pour le traitement des signaux reçus par les capteurs, une caméra et un écran vidéo. La caméra permet de fournir à l'écran un signal vidéo correspondant à l'image de la zone où se trouvent les sources sonores à partir desquelles le son est capté. L'écran vidéo, quant à lui, permet de visualiser, à la fois, les sources sonores, filmées par la caméra, et les variations des paramètres caractéristiques de chacune des voies de réception du son. Ainsi, on réalise un réglage très précis des paramètres en tenant compte de la position et de la taille des sources sonores.

L'invention a plus particulièrement pour objet, un dispositif de prise de sons, comportant un réseau de capteurs, une unité de contrôle et des moyens de réglage des paramètres caractéristiques de la prise de sons, principalement caractérisé en ce qu'il comprend en outre une caméra vidéo, un écran vidéo qui affiche une première image vidéo, correspondant au signal issu de la caméra, et des moyens de couplage de l'écran aux moyens de réglage des paramètres caractéristiques de chacune des voies de réception du son. Ces moyens de couplage permettent de réaliser, pour chacune des voies de réception du son, une autre image vidéo, faisant apparaître les variations des paramètres caractéristiques, et de superposer cette image à la première image vidéo, de manière à contrôler le réglage de ces paramètres.

L'invention a également pour objet un procédé de réglage des paramètres caractéristiques de la prise de sons caractérisé en ce que l'unité de contrôle réalise un traitement sur les signaux captés et sur les signaux, correspondants aux valeurs des paramètres, fournis par les moyens de réglage, comportant les étapes suivantes :

- filtrage des signaux captés par les filtres à interpolation linéaire,
- modification des coefficients des filtres pour chaque modification de paramètres,
- interpolation linéaire dans le temps, à chaque instant d'échantillonnage, entre deux valeurs, correspondant au renouvellement des filtres, qui sont modifiées à cadence régulière mais plus lente que la fréquence d'échantillonnage.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description faite à titre d'exemple illustratif et non limitatif en référence aux figures annexées qui représentent :

- la figure 1, une vue d'ensemble d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 2, un schéma plus détaillé du dispositif de la figure 1,
- la figure 3, un schéma de réalisation d'un capteur,
- la figure 4, un schéma de réalisation d'un moyen de réglage des paramètres caractéristiques d'une voie r de

réception du son.

Un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention sera mieux compris au regard de la figure 1 qui décrit une vue d'ensemble d'un tel dispositif.

5 Dans un premier temps, le champ optique d'une caméra 100 couvre toute la zone où se trouvent des sources sonores à partir desquelles le dispositif capte des sons. Le signal vidéo, issu de la caméra, est alors transmis à un écran vidéo 200 qui affiche une première image vidéo correspondante. La notion d'écran couvre tout type d'écran comme, par exemple, l'écran d'un moniteur vidéo.

10 La caméra fournit, d'autre part, une valeur de sa focale à une unité de contrôle 300, cette valeur est utile pour effectuer des calculs d'angles qui seront décrits de façon plus détaillée dans ce qui suit.

15 Dans un deuxième temps, des moyens de réglages 400 permettent de régler les paramètres caractéristiques de chacune des voies de réception du son. Le signal issu de ces moyens de réglage 400 est transmis à des moyens de couplage 500 de l'écran 200 aux moyens de réglage 400. Les moyens de couplage 500 permettent de réaliser, pour chacune des voies de réception du son, une autre image vidéo et de la superposer à la première image. Cette superposition d'images permet d'effectuer un réglage précis des paramètres caractéristiques de chaque voie de réception du son, et de contrôler les variations de ce réglage par rapport à la position et à la taille des sources sonores à partir desquelles le dispositif capte les sons.

20 Le signal représentant les valeurs des paramètres de réglage est également transmis à l'unité de contrôle 300 qui a notamment pour tâche de filtrer les signaux reçus par le réseau 600 de capteurs, et de remettre à jour, périodiquement, les coefficients des filtres.

La figure 2 fournit un schéma plus détaillé d'un dispositif conforme à l'invention.

25 Le réseau 600 de capteurs comprend un nombre M de capteurs 610 ayant pour tâches de capter les sons issus de plusieurs sources sonores et de transmettre les signaux correspondants à une unité de contrôle 300. Cette unité de contrôle traite alors ces signaux, notamment par filtrage. Le nombre M de capteurs 610 est, de préférence, au moins égal à 2 et le numéro m associé à chaque capteur 610 varie par conséquent de 1 à M.

30 Pour pouvoir effectuer le traitement des signaux reçus par les M capteurs 610, l'unité de contrôle doit également connaître les valeurs des paramètres caractéristiques de chaque voie de réception du son. C'est pourquoi des signaux, correspondant aux valeurs de ces paramètres, sont envoyés depuis le réseau 400 de moyens de réglage vers l'unité de contrôle. Ce réseau 400 comprend un nombre R de moyens de réglage 410. Chacun de ces moyens de réglage 410 des paramètres caractéristiques de la prise de sons correspond à une voie de réception du son. Le nombre R de moyens de réglage 410, et par conséquent le nombre de voies de réception du son, est, de préférence, au moins égal à 1 et le numéro r associé à chacun de ces moyens varie donc de 1 à R.

En outre, à chaque voie r de réception du son, est associée une sortie 710 où les signaux sont disponibles.

35 Pour réaliser une superposition d'images vidéo, on introduit, dans la structure du dispositif, des moyens de couplage 500 de l'écran vidéo 200 aux moyens de réglage 400.

40 Ces moyens de couplage 500 comprennent, de manière avantageuse, pour chacun des moyens de réglage 410 des paramètres de chacune des voies de réception du son, un générateur vidéo 510 et un mélangeur vidéo 520. Le générateur vidéo 510 permet de transformer le signal, issu du moyen de réglage correspondant, en un signal vidéo. Le mélangeur 520 permet de mélanger, entre-eux, les signaux issus des générateurs vidéo, et de les mélanger également au signal issu de la caméra. Le signal issu du dernier mélangeur vidéo est alors envoyé vers l'écran 200. Ainsi, on obtient, sur la première image vidéo correspondant au signal issu de la caméra, une superposition des images faisant apparaître les variations des paramètres caractéristiques de chacune des voies de réception du son.

45 La figure 3 illustre la réalisation d'un capteur 610. Un tel capteur comprend un microphone 611, un préamplificateur 612, un filtre passe-bas 613 et un convertisseur analogique-numérique 614.

Le signal capté par le microphone 611 est injecté dans un préamplificateur 612 puis est filtré par le filtre passe-bas 613 pour éliminer le repliement spectral que pourrait introduire le convertisseur analogique-numérique 614. Chaque capteur reçoit un signal d'horloge qui règle la fréquence d'échantillonnage du convertisseur 614. Le signal échantillonné est quantifié par le convertisseur 614 et est transmis, sous forme numérique, à l'unité de contrôle qui le traitera.

50 Un schéma préféré de la réalisation d'un moyen de réglage, 410, des paramètres correspondant à une voie r de réception est illustré sur la figure 4.

Une commande 411 permet de fixer les valeurs des paramètres caractéristiques de la voie r de réception du son correspondante. Cette commande peut être mécanique ou électronique. Ce sera, par exemple, une manette, un bouton rotatif ou linéaire, une souris agissant sur un potentiomètre.

55 Chacun des paramètres est converti en valeur numérique, à cadence fixe, par un convertisseur analogique-numérique 412. Ces valeurs numériques sont avantageusement comprises entre 1 et une valeur limite.

La cadence d'échantillonnage des valeurs sera, de préférence, inférieure à la cadence d'échantillonnage dans les capteurs 610. On choisit, par exemple, une valeur de 25 Hz. Selon une variante, il est également possible de choisir une valeur dans la plage de fréquences comprises entre 1Hz et 50Hz.

Après échantillonnage dans les convertisseurs 412, l'ensemble des valeurs des paramètres est transmis à l'unité de contrôle 300 de manière à ce qu'elle procède au traitement des signaux.

Les paramètres de réglage caractéristiques de chaque voie r de réception du son, sont les suivants :

- 5 - l'abscisse du point visé sur l'écran vidéo,
- l'ordonnée du point visé sur l'écran,
- la largeur de la voie r de réception formée notée c(r),
- la hauteur de la voie r de réception formée, notée d(r),
- 10 - la profondeur de la voie r de réception formée notée, p(r).

L'abscisse du point visé sur l'écran est en relation biunivoque avec l'angle horizontal de visée noté a(r), et l'ordonnée du point visé sur l'écran est en relation biunivoque avec l'angle vertical de visée noté b(r). La largeur et la hauteur de l'écran vidéo correspondent à la valeur de la focale de la caméra.

De ce fait, la caméra 100 fournit la valeur de sa focale à l'unité de contrôle 300, afin que cette dernière puisse faire correspondre des valeurs d'angles à l'abscisse et à l'ordonnée du point visé sur l'écran, qui est repéré dans un système d'unités arbitraire comme, par exemple, le pourcentage.

Ainsi, on fixe à 0%, par exemple, la valeur minimum de l'abscisse, correspondant à la valeur du point le plus à gauche sur l'écran, et on fixe à 100% la valeur maximum de l'abscisse, correspondant à la valeur du point le plus à droite sur l'écran. L'unité de contrôle connaissant la valeur de la focale de la caméra, c'est à dire la valeur de l'angle maximum d'ouverture correspondant à la largeur de l'écran, définie par la valeur 100%; peut, par un simple rapport, déterminer la valeur de l'angle horizontal de visée, correspondant à une valeur quelconque de l'abscisse d'un point visé sur l'écran.

De préférence, on définit par A, le nombre maximal de valeurs correspondantes à a(r), B le nombre maximal de valeurs correspondantes à b(r), C, le nombre maximal de valeurs correspondantes à c(r), D le nombre maximum de valeurs correspondantes à d(r) et P le nombre maximal de valeurs correspondante à p(r).

Selon un mode de mise en oeuvre de l'invention, un utilisateur fixe, de manière avantageuse, la valeur d'un paramètre, au moins, parmi tous ces paramètres. Les valeurs des paramètres qui ne sont pas fixées par l'utilisateur reçoivent, de manière avantageuse, une valeur par défaut, ou alors une valeur déduite d'un autre paramètre. Ainsi, par exemple, si la hauteur d(r) de la voie r de réception n'est pas réglée par l'utilisateur, la valeur prise peut être égale à la largeur c(r) de la voie r de réception.

Selon une autre variante, on considère que si un des paramètres n'est pas pertinent pour la réalisation du dispositif, sa valeur maximale et donc aussi sa valeur courante, sont fixées à 1.

L'unité de contrôle 300 permet de traiter les signaux issus des capteurs 610. Elle traite également les signaux, issus des moyens de réglage, représentant les valeurs des paramètres. Ces valeurs de paramètres influent sur le calcul des valeurs des coefficients des filtres numériques 310, c'est à dire sur les caractéristiques directionnelles des voies de réception du son. Par conséquent, les valeurs des paramètres des voies de réception jouent un rôle important dans le traitement des signaux issus des capteurs, puisque ces signaux ne seront pas traités de la même façon selon la caractéristique directionnelle que l'on fixe pour chaque voie de réception.

Dans un premier temps, le traitement qui doit être réalisé sur les signaux provenant des M capteurs 610, consiste à former, à chaque instant n, les R signaux en sortie des voies focalisées. Ces signaux seront disponibles aux sorties 710.

Les signaux reçus par les M capteurs et convertis en signaux numériques, par les convertisseurs analogiques-numériques 614, aux instants d'échantillonnage n, sont notés x(m,n).

Ces signaux sont filtrés par R filtres numériques ayant un nombre Q de coefficients h(q,r,m,n), où q représente le numéro du coefficient et varie de 1 à Q, pour donner R signaux notés y(r,m,n) représentant les contributions à l'instant n du capteur m dans la voie r, selon l'équation suivante :

$$y(r,m,n) = \sum_{q=1}^Q h(q,r,m,n) x(m,n-q) \quad (1)$$

Conformément aux structures habituelles de la formation de voies large bande, décrites par S. Haykin et T. Kesler dans l'article "Relation between the radiation pattern of an array and the two-dimensional Discrete Fourier Transform", paru dans la revue IEEE transactions on Antennas and Propagation, Volume 23, numéro 3, pages 419-420, 1975, chaque sortie s(r,n) dans une voie r à l'instant n est obtenue en faisant la somme des M signaux y(r,m,n) suivant l'équation :

$$s(r,n) = \sum_{m=1}^M y(r,m,n) \quad (2)$$

Le signal s(r,n) dans la voie r, est fourni, sous forme numérique, par l'unité de contrôle 300 à la sortie 710 correspondante.

## EP 0 719 070 A1

Une variante consisterait à fournir à la sortie 710 correspondante, le signal  $s(r,n)$  dans la voie  $r$ , sous forme analogique, après passage dans un convertisseur numérique-analogique.

Dans un deuxième temps, le traitement qui doit être réalisé sur les signaux provenant des  $R$  moyens de réglage, consiste à modifier, à chaque instant  $n$ , les valeurs des coefficients des filtres afin de modifier les caractéristiques directionnelles des voies de réception du son.

Les coefficients  $h(q,r,m,n)$  du filtre  $r$  dans la voie  $r$ , pour le capteur  $m$ , dépendent de l'instant  $n$ . Les coefficients sont remis à jour sur la base d'informations, c'est à dire sur la base des valeurs de paramètres acquises par l'unité de contrôle 300 depuis les  $R$  moyens de réglage 400 et transmises tous les  $N$  échantillons à l'unité de contrôle 300. Ainsi, si les coefficients sont mis à jour à l'instant  $n_0$ , ils le seront à nouveau à l'instant  $n_0+N$ .

De préférence, un procédé de réglage des paramètres caractéristiques de la prise de sons, consiste en outre, à reconstituer, par le calcul, les valeurs des coefficients des filtres, entre ces deux instants  $n_0$  et  $n_0 + N$ . Ainsi, les valeurs des coefficients pourront être interpolées linéairement suivant l'équation :

$$h(q,r,m,n) = [(n-n_0)/N] h(q,r,m,n_0 + N) + [(n_0 + N-n)/N] h(q,r,m,n_0) \quad (3)$$

L'unité de contrôle 300 calcule à chaque instant  $n$  les valeurs des coefficients  $h(q,r,m,n)$  des filtres 310 à partir des valeurs de paramètres reçues, à la cadence d'échantillonnage des convertisseurs 412, des  $R$  moyens de réglages 410.

Lorsque les informations sont reçues à un instant noté  $n_0$ , l'unité de contrôle détermine, pour chaque voie  $r$  de réception du son, les valeurs des coefficients  $h(q,r,m,n_0 + N)$  des filtres, qui servent à interpoler, au moyen de l'équation (3), les valeurs des coefficients  $h(q,r,m,n)$ , entre l'instant présent  $n_0$  et l'instant  $n_0 + N$  où sont reçues les informations suivantes.

Les valeurs des coefficients sont donc interpolées dans le temps, à chaque instant d'échantillonnage, entre ces deux valeurs,  $n_0$  et  $n_0+N$ , qui sont modifiées à cadence régulière mais, de préférence, plus lente que la fréquence d'échantillonnage.

Selon une variante, on peut appliquer deux fois les équations (1) et (2). En effet, on applique une première fois ces équations pour des filtres de coefficients  $h(q,r,m,n_0)$ , ce qui donne les signaux suivants :  $y_0(r,m,n)$  et  $s_0(r,n)$ . On applique une deuxième fois ces équations pour des filtres de coefficients  $h(q,r,m,n_0+N)$  ce qui donne les signaux suivants :  $y_N(r,m,n)$  et  $s_N(r,n)$ .

L'interpolation est alors effectuée au niveau des signaux de sortie  $s(r,n)$  selon la relation :

$$s(r,n) = [(n-n_0)/N] S_N(r,n) + [(n_0+N-n)/N] s_0(r,n)$$

Une autre variante de ce procédé consisterait à interpoler les valeurs des coefficients des filtres 310, non seulement dans le temps mais aussi dans l'espace. Dans ce cas, les coefficients des filtres seraient aussi interpolés entre deux positions, visualisées sur l'écran, correspondant au renouvellement des coefficients des filtres.

Les valeurs des coefficients des filtres 310 sont fonctions des réglages, donnés par le manipulateur à travers les commandes 411 des moyens de réglage 410, et décrits par les paramètres  $a(r)$ ,  $b(r)$ ,  $c(r)$ ,  $d(r)$ ,  $p(r)$ .

On note  $F(a,b,c,d,p)$  cette fonction. Elle fournit, pour chaque valeur de quintuplet  $(a,b,c,d,p)$  de paramètres, un vecteur  $Q \times M$  représentant les  $Q$  coefficients des filtres, correspondants aux  $R$  voies de réception du son des  $M$  capteurs, lorsque les réglages sont  $(a,b,c,d,p)$ . Ainsi, les coefficients  $h(q,r,m,n_0)$  sont lus dans le vecteur  $Q \times M$  dont les composantes sont notées  $f(m,q)$  pour  $m$  variant de 1 à  $M$  et  $q$  variant de 1 à  $Q$  et on obtient :

$$h(q,r,m, n_0) = f(m,q) \quad (4)$$

L'unité de contrôle applique  $R$  fois cette fonction  $F$  pour obtenir les valeurs des coefficients des filtres correspondants aux  $R$  voies de réception formées.

Pour aboutir à une expression de la fonction permettant de calculer les valeurs des coefficients des filtres, on procède en plusieurs étapes.

Une première étape consiste à déterminer les coordonnées de la position d'une source sonore réelle et les coordonnées des positions de sources sonores fictives prises comme référence. Ainsi, pour trouver les coordonnées d'une source sonore réelle, on détermine, par exemple, l'angle horizontal  $u_a$  du faisceau centré sur la direction définie par  $a$ , l'angle vertical  $v_b$  du faisceau centré sur la direction définie par  $b$ , les angles horizontaux,  $u_{a1}$  et  $u_{a2}$ , qui forment les limites horizontales du faisceau centré sur la direction définie par  $a$  et de largeur définie par  $c$ , et enfin, les angles verticaux,  $v_{b1}$  et  $v_{b2}$  qui forment les limites verticales du faisceau centré sur la direction définie par  $b$  et de largeur définie par  $d$ .

Pour trouver les coordonnées des positions de sources sonores fictives, on choisit tout d'abord un nombre  $K$  de positions de référence, définie chacune par le couple d'angles horizontal et vertical  $(u_k, v_k)$  pour  $k$  variant de 1 à  $K$ .

Ces sources de référence sont avantageusement réparties de manière uniforme, dans le carré

$[-\Pi, \Pi] \times [-\Pi, \Pi]$  privé de sa partie centrale

$[u_1, u_2] \times [v_1, v_2]$ . On choisit ensuite L fréquences de référence notées  $f_i$ , pour i variant de 1 à L, et une distance de référence qui est, de préférence, une valeur de profondeur p.

L'origine dans l'espace à trois dimensions est avantageusement définie par la position de la caméra 100. Les coordonnées des positions des sources de référence sont alors calculées à partir de leur expression qui est la suivante :

$$[p \cos(u_k) \cos(v_k), p \sin(u_k) \cos(v_k), p \sin(u_k)]$$

Pour chaque source fictive k et pour chaque capteur m, on calcule la distance  $z(k,m)$  entre la source et le capteur. On calcule également les fonctions de transfert depuis les sources de référence jusqu'aux capteurs, pour les fréquences de référence. La fonction de transfert  $t(m,k,f_i)$ , pour le capteur m, la source k et la fréquence  $f_i$ , est donnée par l'équation (5) où j désigne la racine de -1 et V la vitesse du son :

$$t(m,k,f_i) = 1/z(k,m) e^{-j2\pi f_i [z(k,m)/V]} \quad (5)$$

Cette fonction de transfert permet, dans une deuxième étape, d'établir les expressions des gains obtenus, pour les sons fictifs issus de sources sonores de référence, et de fixer les gains, que l'on souhaite obtenir, pour ces mêmes sons fictifs. Avec le filtre, dont les coefficients sont  $f(m,q)$ , le son issu d'une source, située à une position k, sera reçu, pour une fréquence  $f_i$ , avec un gain  $g(k,f_i)$  qui se détermine selon l'équation :

$$q(k,f_i) = \sum_{m=1}^M \sum_{q=0}^{Q-1} f(m,q) t(m,k,f_i) e^{-j2\pi f_i q} \quad (6)$$

On fixe les gains souhaités  $g_s(k,f_i)$  correspondants aux sons issus des sources sonores situées aux positions de référence, ceci pour des fréquences de référence  $f_i$ .

Dans une troisième étape, on établit une expression de l'écart entre les gains obtenus et les gains souhaités. Cet écart représente une erreur, qui peut être réduite à une valeur seuil, que l'on s'est fixée, en utilisant, par exemple, la méthode de calcul des moindres carrés. On obtient alors une expression, qui représente le carré de l'erreur que l'on désire réduire à une valeur seuil et qui s'écrit sous la forme :

$$\sum_{k=0}^K \left\{ \sum_{i=1}^L [g(k,f_i) - g_s(k,f_i)]^2 \right\} \quad (7)$$

Cette équation (7) représente une somme de carrés et de doubles produits. Cela signifie que le critère donné par l'équation (7) est quadratique en  $g(k,f_i)$ . De même le critère donné par l'équation (6) est quadratique en  $f(m,q)$ . La réduction de l'erreur à une valeur seuil conduit à un système en ces inconnues  $f(m,q)$ , qui admet une solution unique. La solution de F est obtenue par dérivation de l'équation (7) par rapport aux valeurs des coefficients  $f(m,q)$ .

Si on écrit  $T(k,f_i)$ , le vecteur contenant les composantes de  $t(m,k,f_i) e^{-j2\pi f_i q}$  pour tous les couples  $[m,q]$  listés dans le même ordre que le vecteur  $Q \times M$  représentant  $F(a,b,c,d,p)$ , une solution de F s'écrit :

$$F(a,b,c,d,p) = \left[ \sum_{k,i} T(k,f_i) T(k,f_i)^T \right]^{-1} \sum_{k,i} T(k,f_i) g_s(k,f_i) \quad (8)$$

Dans une dernière étape on peut déterminer les valeurs des coefficients des filtres à partir de l'expression de la fonction F ainsi trouvée. Pour pouvoir déterminer les valeurs de ces coefficients, il existe deux possibilités.

Selon une première variante, les valeurs des coefficients sont déterminées, avant toute manipulation, à partir de la fonction F et pour des valeurs fixées de paramètres, puis elles sont mémorisées dans un tableau.

Ce tableau peut, par exemple, être un tableau à deux dimensions comprenant  $Q \times M$  lignes et  $A \times B \times C \times D \times P$  colonnes. Dans ce cas, des quintuplets  $(a,b,c,d,p)$  de paramètres, par exemple, définissent les indices des colonnes et les numéros q des coefficients des filtres correspondant à chaque capteur m définissent les indices des lignes. Cependant, la dimension du tableau peut être plus élevée si on décide de séparer les quintuplets en 2, 3, 4, ou 5 paramètres distincts et si on décide de distinguer les Q coefficients et les M capteurs pour les ranger dans des lignes et des colonnes séparées. Cette mémorisation des valeurs des coefficients dans un tableau permet de changer les valeurs des coefficients plus rapidement au cours de la manipulation de prise de sons, pour des valeurs fixées de paramètres. Les coefficients changeront de valeurs uniquement lorsque les valeurs des quintuplets de paramètres, qui sont fixées et mémorisées dans le tableau, seront atteintes. Entre ces valeurs de quintuplets, correspondantes à la remise à jour des filtres, les valeurs des coefficients pourront, par exemple, être interpolées.

Selon une deuxième variante, les valeurs des coefficients de chaque filtre, sont déterminées en temps réel, à partir de l'expression de la fonction F et pour des valeurs de paramètres variant de façon continue. Dans ce cas, les coefficients des filtres sont, de préférence, remis à jour à cadence régulière et leurs valeurs sont interpolées selon l'équation (3) précédemment établie.

L'orientation de la caméra et celle du réseau de capteurs doivent être reliées, par un moyen quelconque, afin d'éviter tout décalage entre, d'une part, l'image représentant la position des sources sonores, et d'autre part, les images faisant apparaître la variation des paramètres caractéristiques des voies de réception du son. De cette façon, on peut visualiser très précisément la variation des paramètres par rapport à la position et à la taille des sources sonores.

Un autre mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention concerne, par conséquent, la fixation de la caméra

100 par rapport au réseau 600 de capteurs. La caméra 100 est avantageusement fixée sur le même bâti que le réseau 600 de capteurs de façon à ce que son pointage soit strictement invariant par rapport à la position des capteurs.

Une variante de ce système consiste à ne pas fixer la caméra 100 sur le même bâti que le réseau 600 de capteurs. Dans ce cas, le réseau de capteurs doit avoir une position fixe dans l'espace et la caméra doit, elle aussi, avoir une position et une orientation fixe dans l'espace pour obtenir un pointage des sources sonores qui soit invariant par rapport aux positions des capteurs.

Selon une autre variante de réalisation du dispositif selon l'invention, il est possible de rajouter une télécommande permettant d'effectuer à distance les réglages du système vidéo de pointage. Cependant, dans ce cas, un utilisateur n'a pas forcément accès au système vidéo, si bien qu'il ne peut pas visualiser les réglages effectués. C'est pourquoi, il est en outre préférable d'équiper le dispositif d'un système de retour auditif, permettant à l'utilisateur de faire les réglages directement, à l'aide des signaux sonores lui parvenant. Le retour auditif est par exemple réalisé au moyen d'un écouteur placé dans le conduit auditif de l'utilisateur et relié au dispositif par un câble, ou mieux, par l'intermédiaire d'un canal Hertzien.

## Revendications

1. Dispositif de prise de sons comportant un réseau de capteurs, pour capter le son issu de sources sonores, une unité de contrôle (300) utilisant notamment des filtres (310) pour le traitement des signaux reçus par les capteurs, et des moyens de réglage (400) des paramètres caractéristiques de la prise de sons, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, une caméra vidéo (100), un écran vidéo (200) qui affiche une première image vidéo correspondant au signal issu de la caméra, et des moyens de couplage (500) de l'écran (200) aux moyens de réglage (400) des paramètres caractéristiques de chacune des voies de réception du son aptes à réaliser, pour chacune des voies de réception, une autre image vidéo faisant apparaître les variations des paramètres caractéristiques, et à superposer cette image à la première image vidéo, de manière à contrôler le réglage de ces paramètres.
2. Dispositif de prise de sons selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de couplage (500) comprennent, pour chacun des moyens de réglage (410) des paramètres caractéristiques de chacune des voies de réception du son, un générateur vidéo (510) permettant de transformer, en un signal vidéo, le signal de réglage des paramètres, et un mélangeur vidéo (520) de sorte que les signaux issus des générateurs soient mélangés entre eux et mélangés également au signal issu de la caméra pour obtenir, sur l'image visualisée, une superposition des images correspondant à chaque voie de réception.
3. Dispositif de prise de sons selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que l'unité de contrôle (300) comporte des filtres (310) à interpolation linéaire.
4. Dispositif de prise de sons selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la caméra (100) est fixée sur le même bâti que le réseau (600) de capteurs (620).
5. Dispositif de prise de sons selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une télécommande, apte à commander à distance les réglages du système vidéo de pointage, et un système de retour auditif.
6. Procédé de réglage des paramètres caractéristiques de la prise de sons, selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'unité de contrôle (300) réalise un traitement sur les signaux captés et sur les signaux, correspondants aux valeurs des paramètres, fournis par les moyens de réglage, comportant les étapes suivantes:
  - filtrage des signaux captés par les filtres à interpolation linéaire,
  - modification des coefficients des filtres pour chaque modification des paramètres,
  - interpolation linéaire dans le temps, à chaque instant d'échantillonnage, entre deux valeurs, correspondant au renouvellement des coefficients des filtres, qui sont modifiées à cadence régulière mais plus lente que la fréquence d'échantillonnage.
7. Procédé de réglage des paramètres caractéristiques de la prise de sons selon la revendication 6, caractérisé en ce que la modification des coefficients des filtres pour chacune des modifications de paramètres se fait par la détermination d'une fonction F reliant les paramètres caractéristiques de chaque voie de réception du son aux valeurs des coefficients des filtres correspondants, cette détermination comprenant les étapes suivantes :

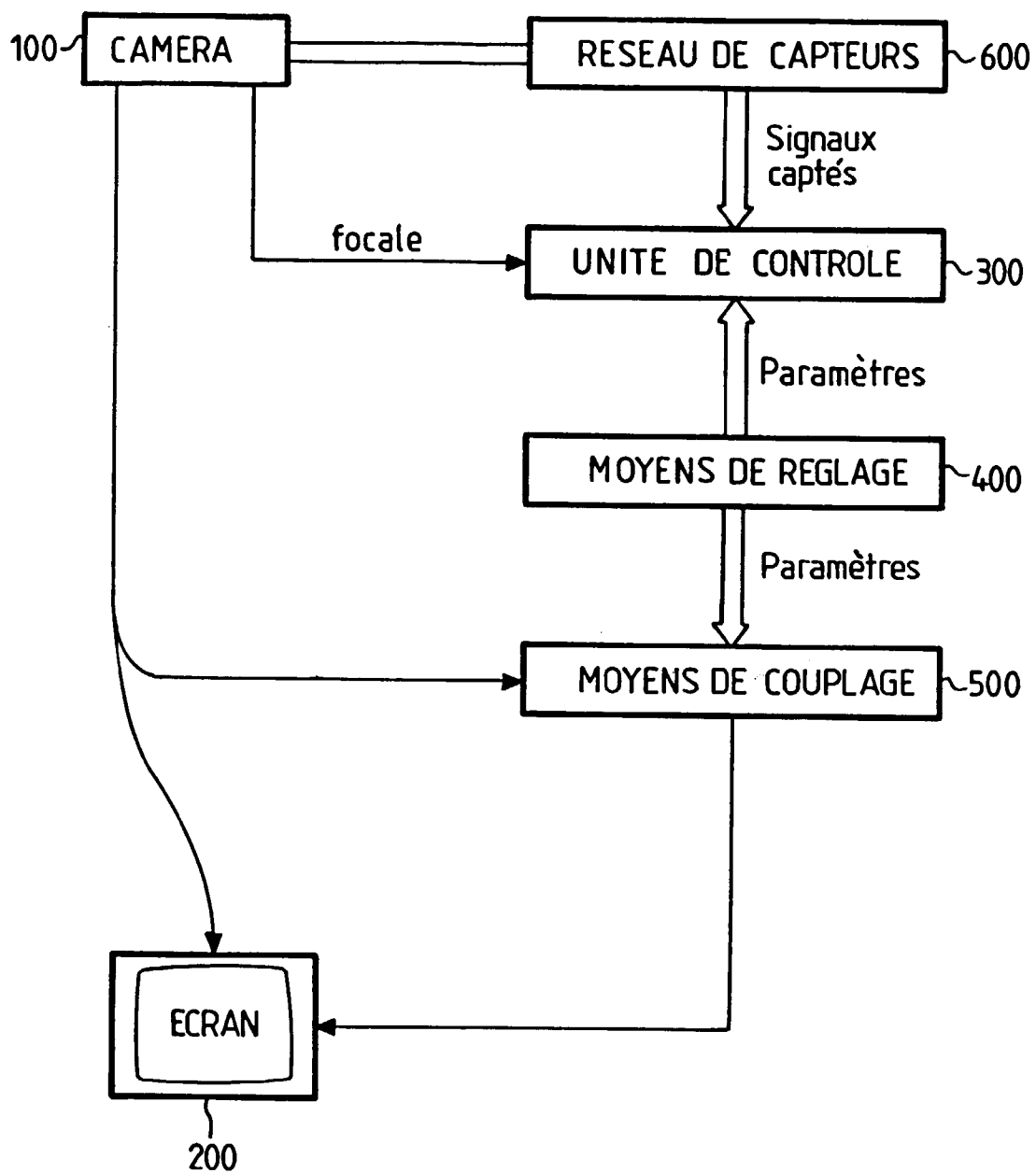
## EP 0 719 070 A1

- déterminer les coordonnées de la position d'une source sonore réelle et des positions de sources sonores fictives prises comme référence,
- établir l'expression de gain obtenu, pour des sons fictifs issus de sources sonores de référence, et fixer les gains, que l'on souhaite obtenir, pour ces mêmes sons fictifs,
- établir une expression de l'écart entre les gains obtenus et les gains souhaités, qui représente une erreur pouvant être réduite à une valeur seuil,
- dériver l'expression ainsi établie, par rapport aux coefficients des filtres, pour aboutir à une expression de la fonction F,
- déterminer les valeurs des coefficients des filtres à partir de l'expression de la fonction F ainsi trouvée.

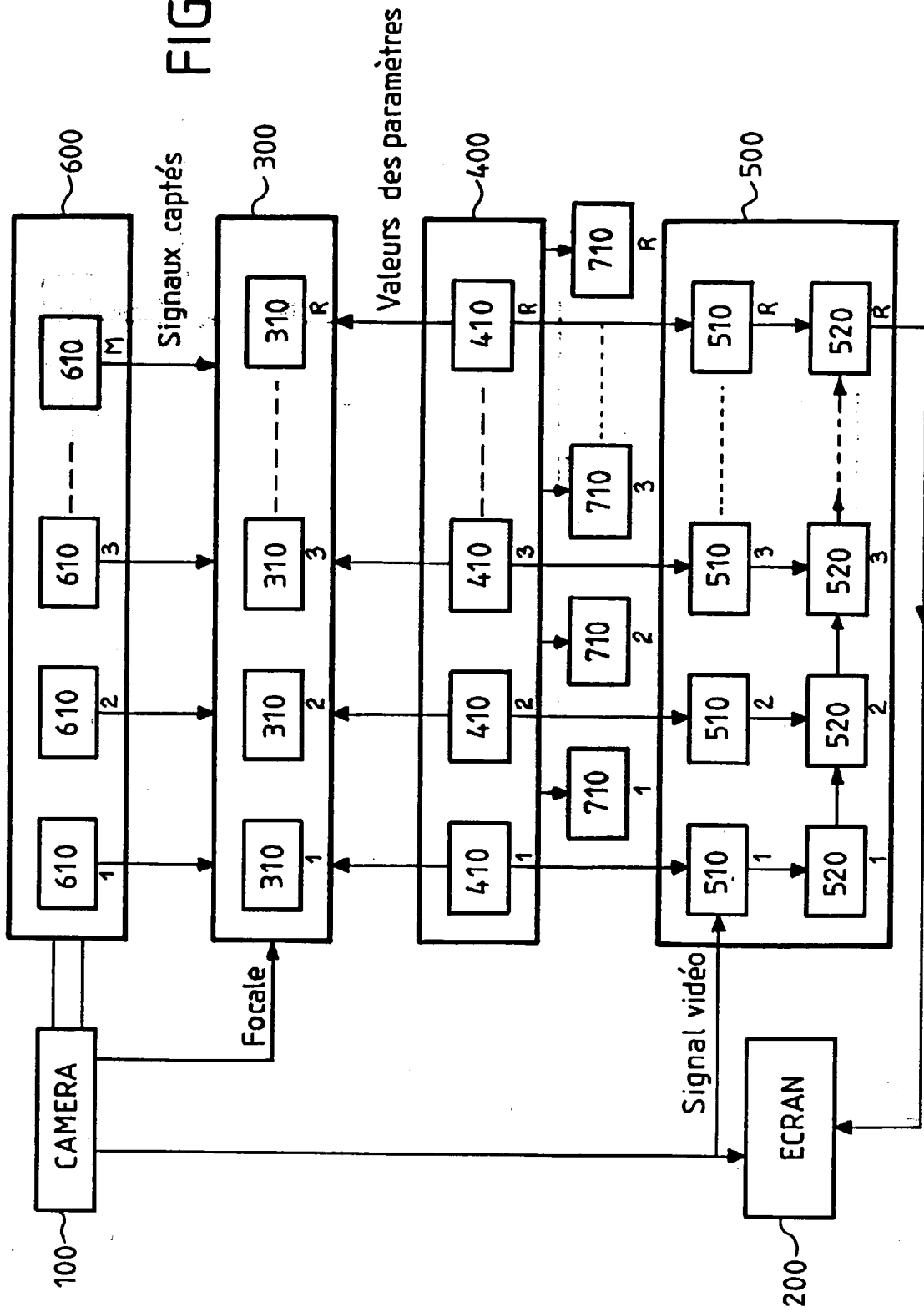
8. Procédé de réglage des paramètres caractéristiques de la prise de sons selon l'une des revendications 6 à 7, caractérisé en ce que l'on détermine, pour des valeurs fixées de paramètres, les valeurs des coefficients de chaque filtre correspondant à chaque voie de réception du son de chaque capteur, à partir de la fonction F, et on les mémorise dans un tableau.

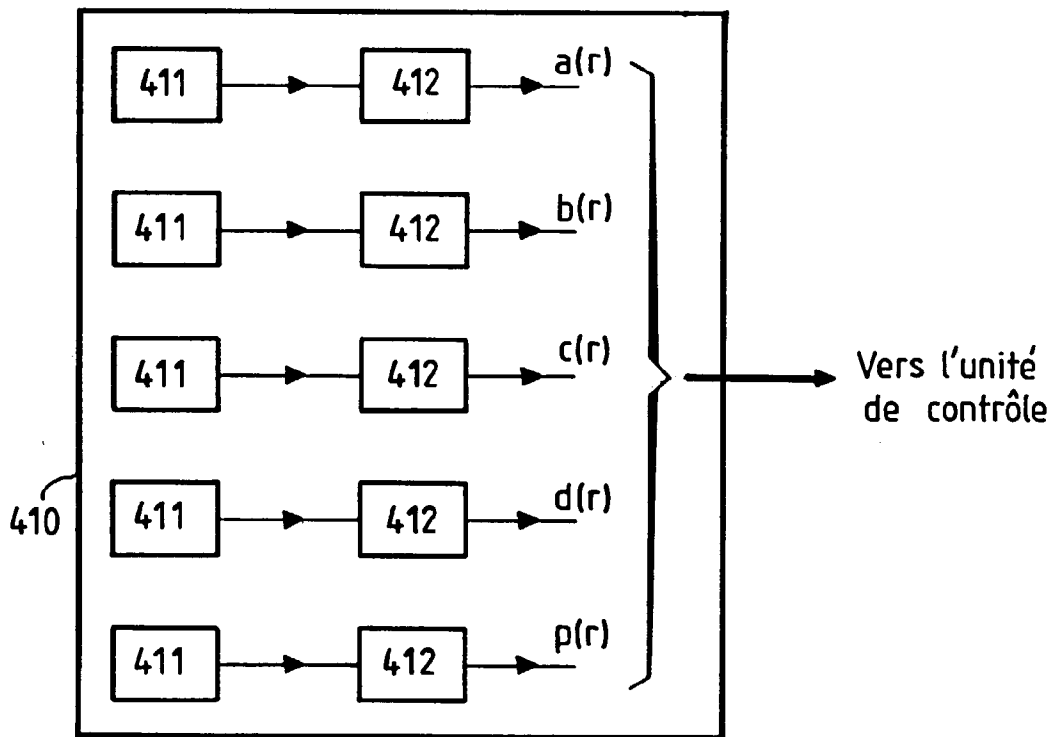
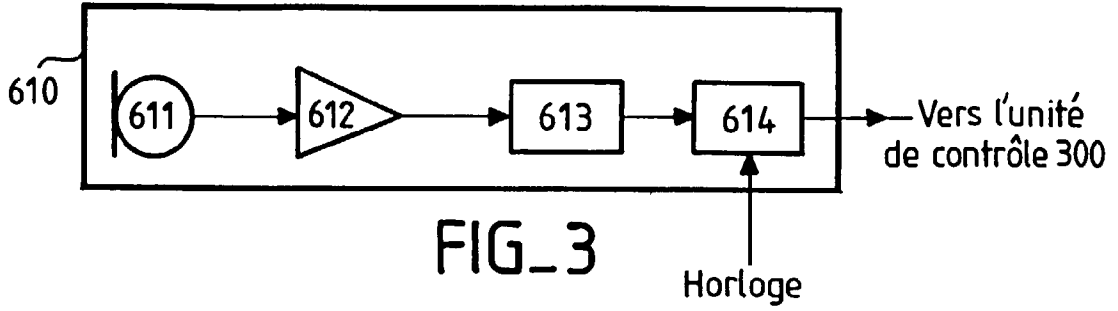
9. Procédé de réglage des paramètres caractéristiques de la prise de sons selon l'une des revendications 6 à 7, caractérisé en ce que l'on détermine, à partir de la fonction F, les valeurs des coefficients de chaque filtre correspondant à chaque voie de réception du son de chaque capteur, à chaque instant n et pour des valeurs de paramètres variant de façon continue.

FIG\_1



FIG\_2







Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 95 40 2816

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 356 327 (ETAT FRANCAIS) * page 2, ligne 54 - page 9, ligne 1 * ---	1,3,6-9	H04R1/40 H04R3/00
A	US-A-4 802 227 (ELKO ET AL.) * colonne 2, ligne 35 - colonne 3, ligne 13 * * colonne 4, ligne 18 - colonne 7, ligne 29 * * colonne 9, ligne 26 - colonne 11, ligne 39 * ---	1,6-9	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16 no. 39 (P-1305), 30 Janvier 1992 & JP-A-03 245203 (YAMATAKE HONEYWELL) 31 Octobre 1991, * abrégé * ---	1,3,6-9	
A	WO-A-94 16517 (BELL) * page 1, ligne 19-35 * * page 5, ligne 8 - page 6, ligne 19 * * page 7, ligne 21 - page 8, ligne 16 * * page 9, ligne 1 - page 10, ligne 21 * ---	1,2,4,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 578 183 (SANYO) * colonne 3, ligne 23 - colonne 4, ligne 33 * ---	1,5	H04R H04N H04S
A	EP-A-0 352 627 (SANYO) * colonne 1, ligne 6-9 * * colonne 4, ligne 4-7 * * colonne 4, ligne 15 - colonne 5, ligne 24 * * colonne 6, ligne 42-56 * -----	1,2	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 29 Mars 1996	Examinateur Zanti, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 01.82 (P04C02)