

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑰ Numéro de dépôt: **83108765.5**

⑸ Int. Cl.³: **G 10 K 11/16**

⑱ Date de dépôt: **06.09.83**

⑳ Priorité: **09.09.82 FR 8215280**

⑦ Demandeur: **SINTRA-ALCATEL Société Anonyme dite:, 28, rue Malakoff B.P. 245, F-92600 Asnieres Cedex (FR)**

㉑ Date de publication de la demande: **21.03.84**
Bulletin 84/12

⑧ Inventeur: **Garçonnat, Michel, 1, rue du Béarn, F-91130 Ris Orangis (FR)**

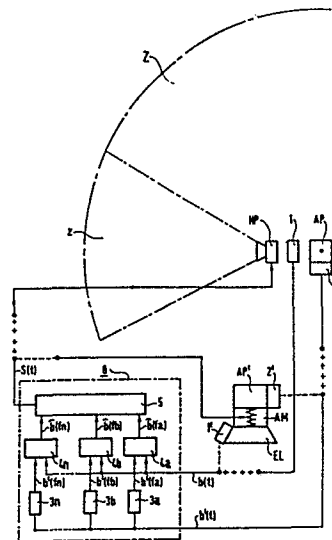
㉒ Etats contractants désignés: **DE FR GB IT**

⑨ Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al, Zeppelinstrasse 63, D-8000 München 80 (DE)**

⑤④ **Procédé et dispositifs pour l'élimination des effets de vibrations acoustiques ou mécaniques.**

⑤⑦ Pour éliminer les effets de vibrations acoustiques ou mécaniques produites par au moins une source de bruits (AP) ou un appareillage (AP'), on génère au profit d'au moins un transducteur asservi acoustique (HP) ou mécanique (AM), un signal (S(t)) provenant d'une sommation de signaux de correction obtenus par corrélation individuelle d'un signal reçu par un premier capteur (1 ou 1') situé en amont de l'environnement à protéger avec une pluralité de signaux de densité énergétique de raie obtenus respectivement par filtrage étroit différent à partir d'un signal reçu par au moins un second capteur (2 ou 2') situé sur ou à proximité de la ou des sources dont on veut éliminer les vibrations.

L'invention s'applique à la création de zones silencieuses dans un environnement perturbé par une ou plusieurs sources sonores et à l'élimination des vibrations mécaniques transmises par un appareillage à son environnement via les liaisons qui le relie à cet environnement.



Procédé et dispositifs pour l'élimination des effets de vibrations acoustiques ou mécaniques

La présente invention a pour objet un procédé et des dispositifs pour l'élimination des effets de vibrations acoustiques ou mécaniques, notamment en vue de créer une zone de silence vis-à-vis d'une ou de plusieurs sources de bruits ou d'empêcher la transmission de vibrations mécaniques produites par une ou plusieurs sources de vibrations mécaniques indésirables.

L'atténuation des vibrations acoustiques ou mécaniques indésirables s'effectue classiquement à l'aide de dispositifs amortisseurs sonores ou mécaniques qui sont insérés entre la ou les sources produisant ces vibrations et l'environnement que l'on veut protéger. Ces amortisseurs absorbent les vibrations et agissent donc comme des filtres coupe-bande pour la bande de fréquences où les vibrations que l'on veut éliminer se produisent.

En pratique, l'amortissement des vibrations est souvent difficile à réaliser dans la mesure où si l'on sait bien étouffer une vibration de fréquence pure connue émise par une source bien déterminée, il est beaucoup plus délicat d'étouffer un ensemble de vibrations dont les caractéristiques ne sont connues que globalement.

Or, il existe de nombreux cas où l'on souhaite soit créer une zone de silence dans un environnement rendu bruyant par l'existence de sources plus ou moins localisées ou connues, tel par exemple une salle rendue bruyante par des machines ou un poste de pilotage, soit encore éliminer les vibrations transmises par une machine à son environnement.

La présente invention a donc pour objet un procédé et des dispositifs pour l'annulation des effets de vibrations acoustiques ou mécaniques.

Selon une caractéristique du procédé selon l'invention l'on génère, au profit d'un transducteur asservi, un signal obtenu par sommation de signaux de correction eux-mêmes obtenus par corrélation individuelle d'un signal reçu par au moins un premier capteur situé en amont de l'environnement à protéger, avec une pluralité de signaux de densité énergétique de raie obtenus chacun par filtrage étroit différent à partir d'un signal reçu par au moins un second capteur situé sur, contre

ou à proximité de la ou des sources dont on veut éliminer les vibrations, l'application du signal obtenu au transducteur entraînant la création de vibration en opposition de phase avec celles générées par la ou les sources.

5 Selon une autre caractéristique de l'invention un dispositif d'élimination des effets gênants de vibrations acoustiques dans une zone à protéger associe à au moins un premier capteur acoustique placé en amont de la zone à protéger par rapport à la zone où se trouve la ou les sources de vibration gênantes, à au moins un second capteur placé sur ou
10 à proximité des sources et à au moins un transducteur acoustique, un ensemble correcteur composé d'un additionneur dont la sortie contrôle le transducteur et dont les entrées sont reliées à une pluralité de modules de corrélation eux-mêmes reliés d'une part en sortie du premier capteur et d'autre part individuellement en sortie d'autant de filtres de raie, à
15 bande très étroite, reliés en sortie du second capteur, chaque filtre de raie fournissant un signal de densité énergétique pour une raie différente de celle des autres filtres.

 Selon une autre caractéristique de l'invention, un dispositif d'annulation de vibrations mécaniques parasites transmises par un appareillage à son environnement via au moins une liaisons physique, associe
20 à au moins un premier capteur de vibrations de liaison, à au moins un second capteur de vibrations de l'appareillage et à au moins un amortisseur asservi, inséré entre l'appareillage et la liaison, un ensemble correcteur tel que défini ci-dessus.

25 L'invention, ses caractéristiques et ses avantages sont précisés dans la suite de la description et en relation avec les figures ci-dessous référencées.

 La figure 1 présente un schéma d'un dispositif d'annulation des effets de vibrations acoustiques ou mécaniques en liaison avec les sources les occasionnant.
30

 La figure 2 présente le schéma d'un module de corrélation pour dispositif selon l'invention.

 La figure 3 présente le schéma de principe du dispositif d'annulation selon l'invention sous une forme numérique.

35 Le dispositif d'annulation selon l'invention est essentiellement

destiné à éliminer les effets des vibrations acoustiques ou mécaniques indésirables, à partir des signaux obtenus d'au moins deux capteurs référencés 1 et 2 sur la figure 1 dans le cas d'élimination de vibrations acoustiques et 1' et 2' dans le cas d'élimination de vibrations mécaniques. Il vise donc à créer une zone z à l'abri du bruit créé par une source AP dans la première hypothèse et à éviter la transmission des vibrations mécaniques d'un appareillage AP' à son environnement via les liaisons EL qui le relie à ce dernier, en particulier son socle ou ses points d'appui, dans la seconde hypothèse.

10 Dans le premier cas, un capteur 1, est placé en amont d'une zone z que l'on veut protéger dans l'espace Z où la source AP fait sentir ses effets acoustiques gênants et un capteur 2 est placé contre sur ou à proximité de la source AP de manière à en capter les émissions sonores.

15 Les capteurs 1 et 2 sont par exemple des microphones, le capteur 1 est éventuellement un microphone d'ambiance et le microphone 2 un microphone directif, ou encore un accéléromètre si les bruits sont d'origine mécaniques.

20 Dans le second cas, un capteur 1' est placé sur ou contre la ou les liaisons EL par lequel les vibrations mécaniques créées par l'appareillage AP' sont susceptibles d'être transmises à son environnement non figuré. Un capteur 2' est placé contre ou sur l'appareillage AP', étant entendu qu'au moins un amortisseur asservi AM est inséré entre chaque liaison EL et l'appareillage AP' pour éviter les transmissions de vibrations mécaniques.

25 Les capteurs 1' et 2' sont alors par exemple des accéléromètres, l'amortisseur AM est par exemple un amortisseur 11 asservi à commande électrique et il est inséré par exemple entre le bâti de l'appareillage AP' et le socle servant de support qui forme alors la liaison EL.

30 Bien entendu le nombre de capteurs 1 et 2 ou 1' et 2' peut varier en fonction des contraintes existantes, toutefois dans la mesure où le principe reste le même un seul capteur 1 et un seul capteur 2, ou un seul capteur 1' et un seul capteur 2' sont pris en compte dans la suite de la description.

35 Selon l'invention on exploite les signaux $b'(t)$ générés par le capteur 2, ou 2' suivant le cas et les signaux $b(t)$ générés par le capt-

eur 1, ou éventuellement 1', pour produire un signal en opposition de phase avec le signal $b(t)$ de manière à l'injecter soit dans au moins un haut-parleur HP placé en aval du capteur 1 par rapport à l'appareillage AP de manière à créer en aval de ce haut-parleur la zone z protégée du bruit, soit dans le circuit de commande non figuré de l'amortisseur AM.

En ce but, le signal $b'(t)$ du capteur 2 dûment amplifié est appliqué à une pluralité de filtres à bande étroite $3a$ à $3n$, dits de raie, qui sont individuellement centrés sur des fréquences différentes réparties dans le spectre auditivement gênant.

Chaque filtre de raie 3 fournit une référence $b'(f)$ représentant la densité spectrale énergétique du bruit reçu par le capteur 2 pour la fréquence considérée tel $b'(fa)$ pour le filtre de raie $3a$ centré sur la fréquence fa . Chaque filtre 3 est relié à une entrée d'un module de corrélation 4 qui lui est propre et qui a une seconde entrée reliée à la sortie du capteur 1 dont il reçoit donc le signal $b(t)$.

Les modules de corrélation 4 sont par exemple du type décrit dans le brevet français 2215005 de la Demanderesse et présenté en figure 2.

Chaque module de corrélation 4, tel 4a, est alors composé :

- d'un circuit de normalisation 48 de type usuel assurant la normalisation en puissance du signal fourni par la sortie du filtre de raie 3 associé,
- d'un déphaseur 40 relié à la sortie du circuit de normalisation 48 auquel il est associé et dont il reçoit un signal $b'(fa)$,
- de deux multiplicateurs d'entrée 41, 42 dont l'un 41 a ses entrées respectivement reliées au capteur 1 et à la sortie du filtre 3a, alors que l'autre a ses entrées respectivement reliées au capteur 1 et à la sortie du déphaseur 40,
- de deux intégrateurs 43 et 44 respectivement insérés en sortie des multiplicateurs d'entrée 41 et 42,
- de deux multiplicateurs de sortie 45 et 46, dont l'un 45 a ses entrées respectivement reliées en sortie de l'intégrateur 43 et du filtre 3a alors que l'autre 46 à ses entrées respectivement reliées en sortie du capteur 1 et en sortie du déphaseur 40,
- un additionneur 47 relié par ses entrées aux sorties des multiplicateurs de sortie 45 et 46 de manière à fournir un signal de sortie $b(fa)$

qui correspond à la correction à apporter au signal $b(t)$ pour éliminer la composante du bruit pour la fréquence f_a sur laquelle est entrée le filtre de raie 3a considéré.

L'ensemble 8 constituant le dispositif d'atténuation selon l'invention qui comprend donc les filtres 3, les modules de corrélation 4 comporte de plus un additionneur 5 aux entrées duquel sont reliées les modules de corrélation 4 de manière à additionner les signaux de correction $\hat{b}(f_a)$, $\hat{b}(f_b)$, ... $\hat{b}(f_n)$ obtenus de ces modules pour générer un signal $S(t)$ à transmettre soit au transducteur HP ici symbolisé par un haut-parleur, soit à l'amortisseur AM.

L'application du signal $S(t)$ au transducteur acoustique HP entraîne l'émission par ce dernier de signaux en opposition de phase avec ceux issus de la source de bruits AP dans la zone z où ce transducteur est efficace.

L'application du signal $S(t)$ au circuit de commande non figuré de l'amortisseur asservi AM entraîne la création dans cet amortisseur de vibrations mécaniques en opposition de phase avec les vibrations mécaniques issues de l'appareillage AP', qui sont donc ainsi annulées au niveau de la liaison EL, par exemple au niveau du socle portant l'appareillage.

Bien entendu dans la pratique le nombre de filtres de raie 3 est nécessairement limité tant que l'on n'utilise pas une conversion de signaux sous forme numérique et ce sont donc les possibilités de réglage des filtres qui permettent de sélectionner les raies destinées à faire l'objet de correction, puisque dans le cas le plus général, seule l'énergie de certaines raies est à prendre en compte, les autres étant soit négligeables soit inexistantes.

Un dispositif d'atténuation appliquant le procédé selon l'invention peut avantageusement être mis en oeuvre après conversion des signaux produits par les capteurs d'une forme analogique en une forme numérique, en profitant des avantages apportés par les transformations de Fourier et plus particulièrement les transformations de Fourier rapides (FFT).

En effet, il est alors possible d'obtenir l'équivalent d'un nombre élevé de filtres de raie répartis dans la bande utile, par exemple

L'équivalent de mille filtres de raie à l'aide d'une transformée de mille points, ce qui dans l'exemple numérique proposé plus haut permet de corriger l'ensemble des fréquences entières de la bande utile.

5 Ainsi que le montre la figure 2 chaque capteur 1 ou 2 est relié à un convertisseur analogique-numérique 7 approprié et chaque convertisseur fournit les résultats de ses conversions à un ensemble 8 constitué par un calculateur apte à calculer une double transformée de Fourier rapide FFT1, FFT2 à partir des signaux reçus de chacun des convertisseurs pour en déduire un signal faisant la somme des corrections corrélées effectuées par chaque raie au point de transformée.

10 Ce signal somme est alors objet d'une transformation de Fourier rapide inverse dont le résultat est appliqué au haut-parleur HP où à l'amortisseur AM via un convertisseur numérique-analogique (9) et d'éventuels amplificateurs afin d'obtenir les effets précédemment
15 évoqués.

20

25

30

35

REVENDICATIONS

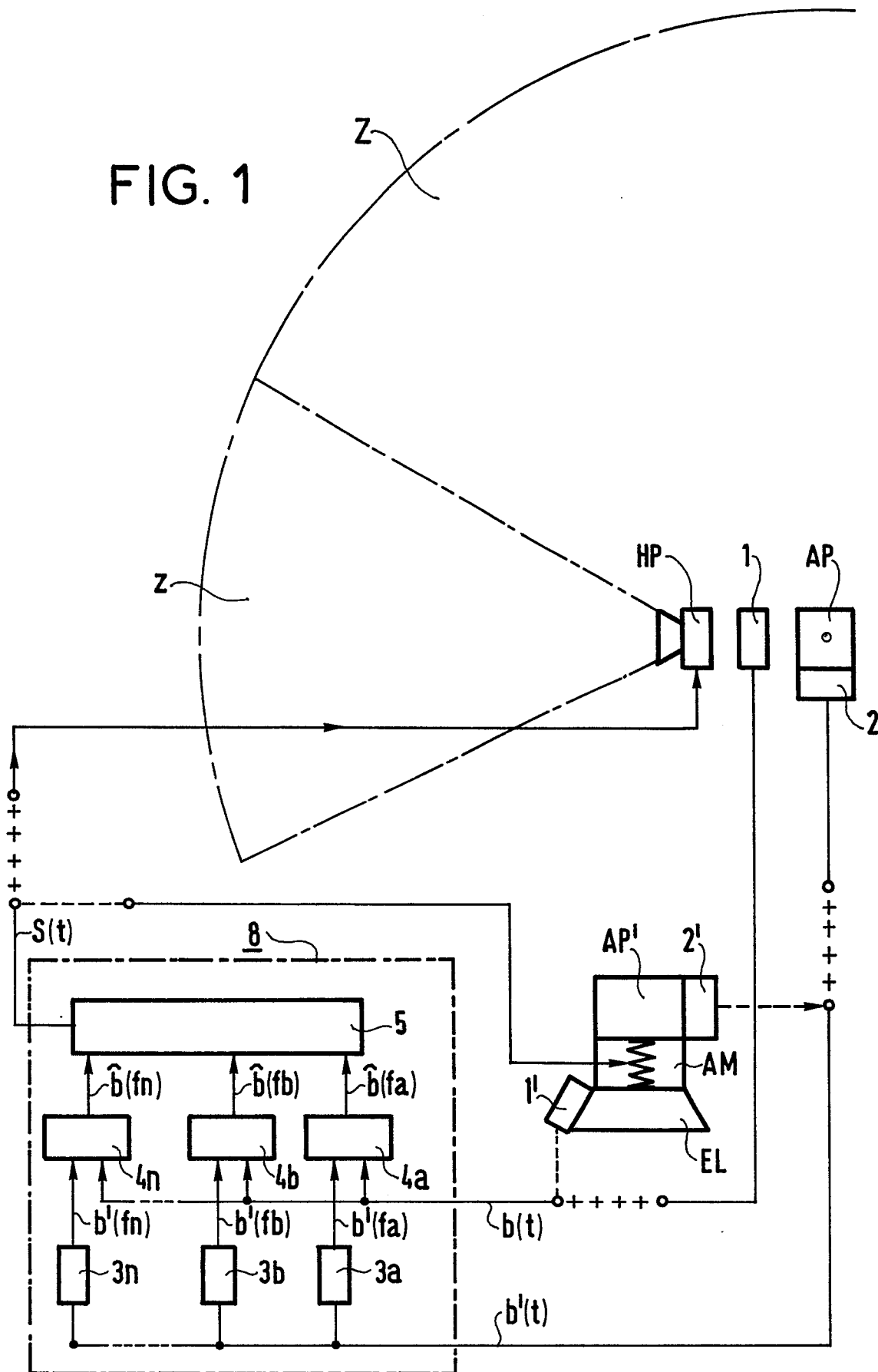
- 1/ Procédé d'élimination des effets de vibrations acoustiques ou mécaniques produites par au moins une source (AP) ou un appareillage (AP') caractérisé en ce que l'on génère, au profit d'un transducteur asservi (HP ou AM), un signal (S(t)) obtenu par sommation de signaux de correction (b(fa)) à (b(fn)) eux-mêmes obtenus par corrélation individuelle d'un signal reçu par au moins un premier capteur (1 ou 1') situé en amont de l'environnement à protéger avec une pluralité de signaux de densité énergétique de raie obtenus chacun par un filtrage étroit différent à partir d'un signal reçu par au moins un second capteur (2 ou 2') situé sur ou à proximité de la ou des sources dont on veut éliminer les vibrations, l'application du signal s(t) obtenu au transducteur asservi entraînant la création de vibrations en opposition de phase avec celles générées par la ou les sources.
- 2/ Dispositif d'élimination des effets gênants de vibrations acoustiques dans une zone à protéger, caractérisé en ce que l'on associe à au moins un premier capteur acoustique (1) placé en amont de la zone à protéger par rapport à la zone où se trouve la ou les sources (AP) de vibrations gênantes, à au moins un second capteur (2) placé sur ou à proximité de la ou des sources (AP) et à au moins un transducteur acoustique (HP), un ensemble correcteur (8) composé d'un additionneur (5) dont la sortie contrôle le transducteur et dont les entrées sont reliées à une pluralité de modules de corrélation (4) eux-mêmes reliés d'une part en sortie du premier capteur (1) et d'autre part individuellement en sortie d'autant de filtres de raie, à bande très étroite, (3) reliés en sortie du second capteur (2).
- 3/ Dispositif d'élimination des effets gênants de vibrations mécaniques parasites transmises par un appareillage (AP') à son environnement, via au moins une liaison (EL) qui le relie à cet environnement, caractérisé en ce que l'on associe à au moins un premier capteur de vibrations (1') de la liaison (EL), au moins un second capteur de vibrations (2') de l'appareillage et à au moins un amortisseur (AM) asservi inséré entre l'appareillage et la liaison et contrôlé par un ensemble correcteur (8) composé d'un additionneur (5) dont la sortie alimente l'entrée de commande de l'amortisseur (AM) et dont les entrées sont reliées à une

pluralité de modules de corrélation eux-mêmes reliés d'une part en sortie du premier capteur (1') et d'autre part individuellement en sortie d'autant de filtres de raie à bande très étroite (3) eux-mêmes connectés en sortie du second capteur (2').

5 4/ Dispositif d'élimination des effets gênants de vibrations acoustiques, selon la revendication 2, caractérisé en ce que les capteurs (1 et 2) alimentent un ensemble correcteur (8') du type calculateur apte à calculer un double transformée de Fourier rapide, l'une pour les signaux
10 issus du premier capteur (1) et l'autre pour ceux issus du second capteur (2) et pour en déduire un signal somme des corrections corrélées effectuées pour un nombre de points correspondant au nombre de raies du spectre où une élimination est à effectuer, de manière à appliquer ce signal somme au transducteur acoustique (HP) après transformation de Fourier rapide inverse par l'ensemble correcteur et conversion par un
15 convertisseur numérique-analogique (9).

5/ Dispositif d'élimination des effets gênants de vibrations mécaniques selon la revendication 4, caractérisé en ce que les capteurs 1 et 2 alimentent un ensemble correcteur (8') du type calculateur apte à calculer une double transformée de Fourier rapide, l'une pour les signaux
20 issus du premier capteur (1) et l'autre pour ceux issus du second capteur (2) et pour en déduire un signal somme des corrections corrélées effectuées pour un nombre de points correspondant au nombre de raies du spectre où une élimination est à effectuer, de manière à appliquer ce signal somme à l'amortisseur (AM) après transformation de Fourier rapide
25 inverse et conversion par un convertisseur numérique-analogique (9).

FIG. 1





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. ³)
Y	EP-A-0 043 565 (HITACHI LTD.) * Abrégé; page 1, ligne 16 - page 3, ligne 14; page 4, ligne 3 - page 8, ligne 9; page 8, ligne 10 - page 12, ligne 15; page 13, ligne 17 - page 14, ligne 22; figures *	1-5	G 10 K 11/10
Y	--- US-A-4 232 381 (RENNICK ET MACIAS) * Abrégé; colonne 1, ligne 49 - colonne 2, ligne 7; colonne 2, ligne 23 - colonne 3, ligne 40; figures *	1,2	
A	--- GB-A- 782 794 (GENERAL ELECTRIC CORP.) * Page 2, ligne 75 - page 3, ligne 35; page 4, ligne 73 - page 5, ligne 6; figures 1,2 * -----	1,2	
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³) G 10 K
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07-12-1983	Examineur DATTA S.
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	