



**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

Numéro de dépôt : **94400688.1**

Int. Cl.<sup>5</sup> : **G10K 11/16**

Date de dépôt : **30.03.94**

Priorité : **02.04.93 FR 9303905**

Date de publication de la demande :  
**05.10.94 Bulletin 94/40**

Etats contractants désignés :  
**BE DE FR IT SE**

Demandeur : **GEC ALSTHOM TRANSPORT SA**  
**38, Avenue Kleber**  
**F-75016 Paris (FR)**

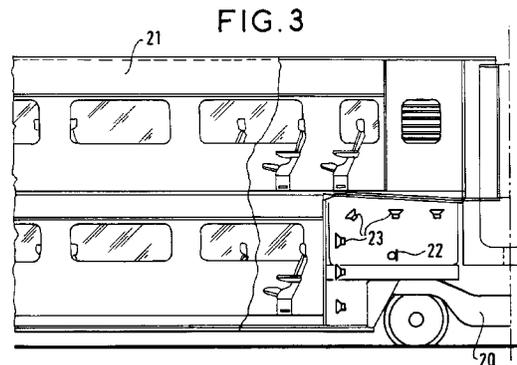
Inventeur : **Cuny, Nathalie**  
**16, Rue du Moulin d'Amour**  
**F-17000 La Rochelle (FR)**  
Inventeur : **Haentjens, Stephen**  
**11, Rue des Fleurs**  
**F-17000 La Rochelle (FR)**

Mandataire : **Fournier, Michel et al**  
**SOSPI**  
**14-16, rue de la Baume**  
**F-75008 Paris (FR)**

**Procédé de contrôle actif du bruit produit par un appareil et dispositif de mise en oeuvre du procédé.**

L'invention concerne un procédé de contrôle actif du bruit transmis dans un local (21) par une source bruyante (20) extérieure au local et un dispositif de mise en oeuvre de ce procédé. Elle consiste à capter le bruit produit par la source bruyante et à générer électroniquement un contre-bruit, c'est-à-dire un bruit en opposition de phase avec le bruit de la source afin de l'annuler, caractérisé en ce que le contre-bruit est ajouté au bruit de source dans une zone située entre la source bruyante et le local pour former une barrière silencieuse empêchant la transmission du bruit de source vers le local.

Application en particulier au domaine ferroviaire.



La présente invention concerne un procédé de contrôle actif du bruit produit par un appareil. Elle concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé.

L'invention s'applique particulièrement bien à l'atténuation des bruits générés par les appareils entrant dans la constitution d'un train pour réduire le bruit de roulement transmis à l'intérieur des véhicules.

Il est connu d'atténuer les bruits générés par des machines tournantes, des appareils comportant des organes en mouvement, etc, par des matériaux absorbant les bruits. On les utilise généralement sous forme de panneaux d'isolation disposés autour des appareils bruyants. Pour être suffisamment efficaces, ces panneaux doivent être relativement épais donc encombrants. Ils sont disposés à une certaine distance des appareils ce qui augmente l'encombrement. En outre, il y a inévitablement des zones dépourvues d'isolation (zones de transmission des mouvements, conduits de ventilation, conduits d'échappement de gaz, etc.).

On connaît aussi des systèmes de contrôle actif du bruit qui utilisent un procédé consistant à générer électroniquement un bruit en opposition de phase avec un bruit gênant afin d'annuler ce dernier. Bien que ce procédé utilise des principes théoriques connus depuis longtemps, ce n'est que depuis peu qu'il a donné lieu à quelques applications. La raison tient à la complexité qu'il y a à reproduire en temps réel un signal en opposition de phase avec un bruit donné. Cette difficulté peut maintenant être surmontée grâce aux progrès incessants effectués dans le domaine des microprocesseurs qui peuvent actuellement traiter des algorithmes complexes.

Les systèmes de contrôle actif du bruit étudiés actuellement et même commercialisés pour certains consistent à tenter d'annuler le bruit à proximité immédiate des oreilles d'une personne ou à la rigueur de quelques personnes. Un casque à contrôle actif du bruit vient d'être commercialisé. Il permet de superposer, aux oreilles du porteur du casque, un signal antibruit à un bruit environnant. Des expériences sont actuellement menées à bord de petits avions pour réduire le bruit dans la carlingue. On utilise pour cela des capteurs acoustiques, représentant grossièrement les oreilles des passagers, et un nombre relativement important de haut-parleurs pour générer un signal d'antibruit dans la carlingue, ce signal se superposant au bruit environnant.

Ces systèmes connus de contrôle actif du bruit présentent un certain nombre d'inconvénients. En effet, ils ont pour objet d'annuler le bruit à un emplacement déterminé ou à plusieurs emplacements également bien déterminés représentant la position d'une ou de plusieurs personnes. Si le casque antibruit peut s'utiliser sans problème dans le cas d'un pilote d'avion de chasse, il n'en va pas de même des pas-

sagers d'un avion de ligne ou d'un train. Le contrôle actif du bruit dans un local de grand volume (une voiture ferroviaire par exemple) est, par ces méthodes, difficile à mettre en oeuvre. Il exige un grand nombre de hauts parleurs et de microphones détecteurs de bruit. En outre, les zones à faible bruit sont localisées. On retombe dans un espace bruyant dès qu'on s'écarte de ces zones.

La présente invention propose une solution à ces problèmes. Elle consiste à utiliser un procédé de contrôle actif du bruit, non pas pour annuler ou diminuer le bruit à certains endroits déterminés d'un local occupé, mais pour annuler ou diminuer le bruit autour de l'appareil générateur de bruit afin d'empêcher sa propagation vers le local en question. L'appareil bruyant occupant généralement un espace restreint par rapport au local occupé, le dispositif antibruit utilise alors un nombre réduit de détecteur et de haut-parleurs.

L'invention a donc pour objet un procédé de contrôle actif du bruit transmis dans un local par une source bruyante extérieure au local, consistant à capter le bruit produit par la source bruyante et à générer électroniquement un contre-bruit, c'est-à-dire un bruit en opposition de phase avec le bruit de la source afin de l'annuler, caractérisé en ce que le contre-bruit est ajouté au bruit de source dans une zone située entre la source bruyante et le local pour former une barrière silencieuse présente tout le long de ladite zone et dont les dimensions sont celles de ladite zone, de manière à empêcher la transmission du bruit de source vers le local.

L'invention a aussi pour objet un dispositif de mise en oeuvre de ce procédé, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de captage du bruit de source placés à proximité de la source bruyante et délivrant des signaux représentatifs du bruit de source,
- des moyens recevant les signaux représentatifs du bruit de source et générant électroniquement en réponse des signaux de contre-bruit,
- des moyens transducteurs recevant les signaux de contre-bruit et émettant le contre-bruit, ces moyens transducteurs étant situés dans ladite zone entre la source bruyante et le local,
- des moyens de contrôle, reliés aux moyens transducteurs, assurant la minimisation du niveau de bruit, ces moyens de contrôle étant situés dans ladite zone entre la source bruyante et le local, et caractérisé par la formation d'une barrière silencieuse présente tout le long de ladite zone et dont les dimensions sont celles de ladite zone.

Les moyens transducteurs peuvent être des haut-parleurs dirigés vers le local.

Ils peuvent constituer des parois vibrantes enveloppant la source bruyante.

La source bruyante peut être un organe constitutif d'un train. Il peut s'agir d'un bogie situé sous la caisse d'un véhicule ferroviaire. Il peut s'agir d'un bogie médian reliant deux véhicules ferroviaires, les moyens transducteurs étant disposés d'une part sur l'un des deux véhicules ferroviaires et d'autre part sur l'autre véhicule ferroviaire.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 représente une fraction d'une rame ferroviaire non articulée sur laquelle est monté le dispositif selon l'invention,
- la figure 2 représente une fraction d'une rame ferroviaire articulée sur laquelle est monté le dispositif selon l'invention,
- la figure 3 illustre une première variante de mise en oeuvre de l'invention sur une rame ferroviaire articulée,
- la figure 4 illustre une deuxième variante de mise en oeuvre de l'invention sur une rame ferroviaire articulée,
- la figure 5 représente schématiquement la partie électrique du dispositif de mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

Dans la suite de la description, on choisira comme source bruyante un bogie de véhicule ferroviaire et comme local le compartiment voyageurs (ou les compartiments voyageurs) adjacents.

Le bruit de roulement d'un train est transmis, par l'intermédiaire des bogies, aux compartiments voyageurs. Pour atténuer ce bruit de roulement, on utilise actuellement des panneaux isolants disposés entre bogies et compartiments. Ces panneaux pèsent relativement lourds (plus de 30 kg/m<sup>2</sup>) et ont entre 10 et 15 cm d'épaisseur.

Les bogies peuvent être reliés aux véhicules ferroviaires de deux façons différentes illustrées par les figures 1 et 2.

Chaque extrémité d'un véhicule ferroviaire peut reposer sur un bogie qui lui est propre. C'est le cas des rames ferroviaires non articulées. Ainsi à la figure 1, les extrémités de deux véhicules ferroviaires adjacents 1, 2 reposent sur des bogies 3, 4 propres à chaque véhicule. Selon l'invention, la transmission du bruit de roulement venant des bogies 3, 4 est arrêtée ou fortement atténuée par la présence de barrières silencieuses 5, 6 recouvrant les bogies et les séparant de l'intérieur des véhicules 1, 2.

Deux extrémités adjacentes de véhicules ferroviaires peuvent reposer sur un bogie commun. C'est le cas des rames articulées. Ainsi à la figure 2, les extrémités adjacentes des véhicules 11 et 12 reposent sur un bogie commun 13. De même, les extrémités

adjacentes des véhicules 12 et 14 reposent sur un bogie commun 15. Selon l'invention, la transmission du bruit de roulement venant des bogies 13 et 15 est arrêtée ou fortement atténuée par la présence de deux barrières silencieuses par bogie. Les barrières silencieuses 16 et 17 s'opposent à la propagation du bruit de roulement venant du bogie 13 et se propageant vers les véhicules 11 et 12. De même, les barrières silencieuses 18 et 19 s'opposent à la propagation du bruit de roulement venant du bogie 15 et se propageant vers les véhicules 12 et 14.

Les barrières silencieuses s'opposent au bruit tout le long de la zone entre la source bruyante et le local. Ses dimensions sont celles de la zone située entre la source bruyante et le local.

L'épaisseur des barrières acoustiques dépendra du problème traité qui est fonction, par exemple, de la gamme de fréquence, de l'étendu de la source.

Les barrières silencieuses sont présentes tout le long de la zone. Elles ont donc des dimensions correspondant à celle de la paroi.

En d'autres termes, les barrières silencieuses ont comme fonction de doubler, de façon fictive, la paroi d'origine.

La barrière silencieuse est susceptible d'être équipée de moyens de contrôle (non représentés), par exemples des capteurs. Ces moyens de contrôle sont reliés aux moyens transducteurs recevant les signaux de contre-bruit et émettant le contre-bruit.

Ces capteurs ont pour fonction d'assurer la minimisation du niveau de bruit dans la zone de silence.

Les figures 3 et 4 illustrent l'application de l'invention au cas d'une rame articulée à deux niveaux. Ces figures montrent une moitié de bogie 20 supportant l'extrémité d'un véhicule 21. Un capteur de bruit 22 (ou éventuellement plusieurs capteurs) est placé à proximité du bogie 20 constituant la source bruyante. Ce capteur de bruit délivre les signaux détectés à un générateur de contre-bruit embarqué qui élabore électroniquement des signaux de contre-bruit. Ces signaux sont reçus par un ensemble de transducteurs, des haut-parleurs 23 pour la figure 3, entourant la partie du bogie 20 correspondant au véhicule 21. Les haut-parleurs émettent le contre-bruit dans la direction de propagation du bruit de roulement, c'est-à-dire vers l'intérieur habité du véhicule.

Si les haut-parleurs 23 transmettent un contre-bruit qui est égal au bruit de roulement mais en opposition de phase, il existe alors au niveau des haut-parleurs une barrière silencieuse empêchant la transmission du bruit de source vers l'intérieur du véhicule.

À la figure 4 les transducteurs sont constitués de parois vibrantes 24 entourant l'extrémité du bogie 20.

Le contrôle du bruit peut donc être du type aérien par l'emploi de haut-parleurs. Il peut être de type solide par l'emploi d'éléments appliqués sur les cloisons adjacentes au bogie comme des pots vibrants

ou des éléments piézoélectriques auxquels on peut donner la forme de parois.

Le contrôle actif du bruit de roulement peut se faire selon les procédés connus de contrôle actif, en boucle ouverte ou en boucle fermée.

Le générateur de contre-bruit 30 (voir la figure 5) peut être constitué de filtres numériques calculés par algorithme LMS (méthode des moindres carrés). Il reçoit des signaux électriques représentatifs du bruit de roulement et transmis par le capteur 22 et fournit en réponse des signaux de contre-bruit aux haut-parleurs 23 (ou aux autres transducteurs utilisés).

Dans le domaine ferroviaire l'invention peut encore s'appliquer à la réduction du bruit transmis par d'autres organes, par exemple les moteurs de traction.

Actuellement les générateurs de contre-bruit sont utilisables surtout pour les bruits de basse fréquence. Pour les plus hautes fréquences il faut encore interposer des couches de matériau isolant. Néanmoins, des couches d'épaisseur relativement faible suffisent pour ces hautes fréquences de bruit.

L'invention permet également, si la barrière silencieuse enveloppe suffisamment la source bruyante, de réduire le niveau de bruit rayonné à l'extérieur du local concerné.

## Revendications

**1)** Procédé de contrôle actif du bruit transmis dans un local (1, 2) par une source bruyante (3, 4) extérieure au local, consistant à capter le bruit produit par la source bruyante et à générer électroniquement un contre-bruit, c'est-à-dire un bruit en opposition de phase avec le bruit de la source afin de l'annuler, caractérisé en ce que le contre-bruit est ajouté au bruit de source dans une zone située entre la source bruyante et le local pour former une barrière silencieuse (5, 6) présente tout le long de ladite zone et dont les dimensions sont celles de ladite zone, de manière à empêcher la transmission du bruit de source vers le local.

**2)** Dispositif de mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de captage (22) du bruit de source placés à proximité de la source bruyante (20) et délivrant des signaux représentatifs du bruit de source,
- des moyens (30) recevant les signaux représentatifs du bruit de source et générant électroniquement en réponse des signaux de contre-bruit,
- des moyens transducteurs (23, 24) recevant les signaux de contre-bruit et émettant le contre-bruit, ces moyens transducteurs étant situés dans ladite zone entre la source bruyante et le local,

- des moyens de contrôle, reliés aux moyens transducteurs (23, 24), assurant la minimisation du niveau de bruit, ces moyens de contrôle étant situés dans ladite zone entre la source bruyante et le local,

et caractérisé par la formation d'une barrière silencieuse (5, 6) présente tout le long de ladite zone et dont les dimensions sont celles de ladite zone.

**3)** Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens transducteurs sont des haut-parleurs dirigés vers le local.

**4)** Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens transducteurs constituent des parois vibrantes enveloppant la source bruyante.

**5)** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que la source bruyante est un organe constitutif d'un train, le local étant une voiture passagers.

**6)** Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit organe est un bogie (3, 4) situé sous une caisse de véhicule ferroviaire.

**7)** Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit organe étant un bogie médian (13, 15) reliant deux véhicules ferroviaires, les moyens transducteurs sont disposés d'une part sur l'un des deux véhicules ferroviaires et d'autre part sur l'autre véhicule ferroviaire.

FIG.1

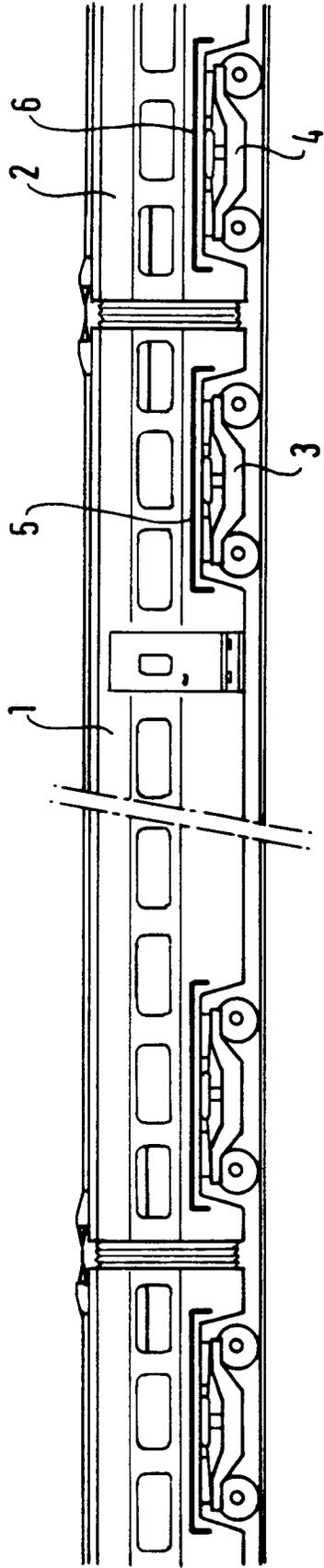


FIG.2

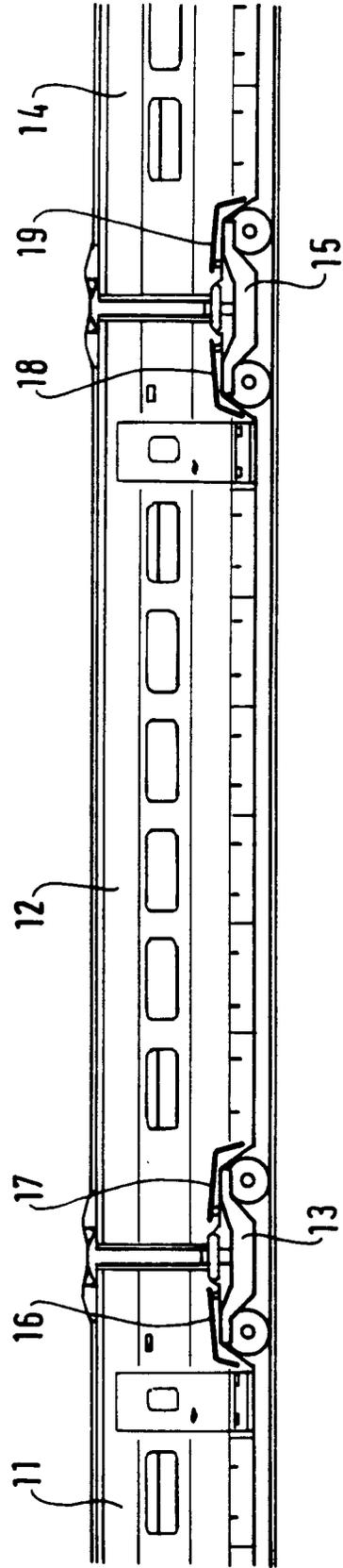


FIG. 3

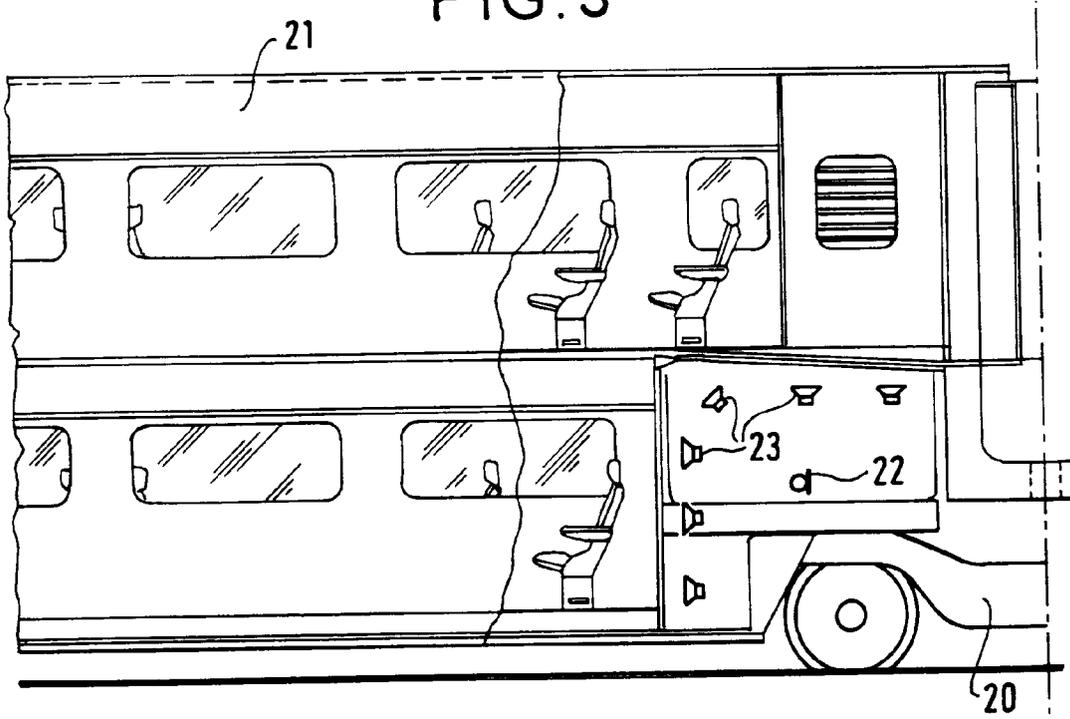


FIG. 4

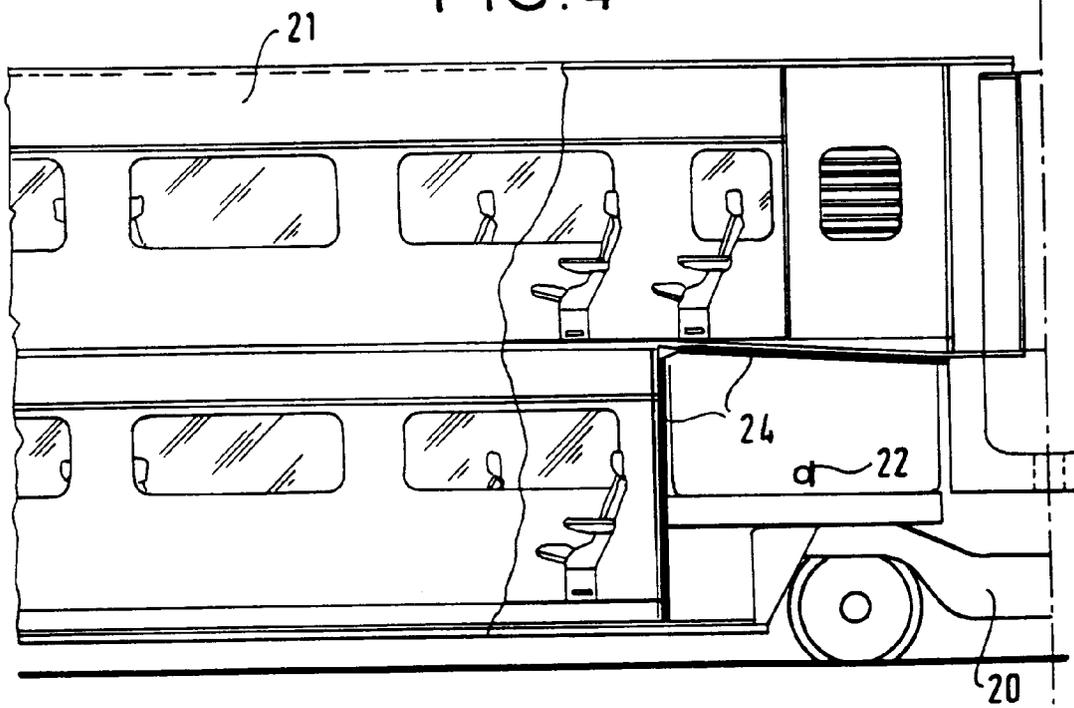
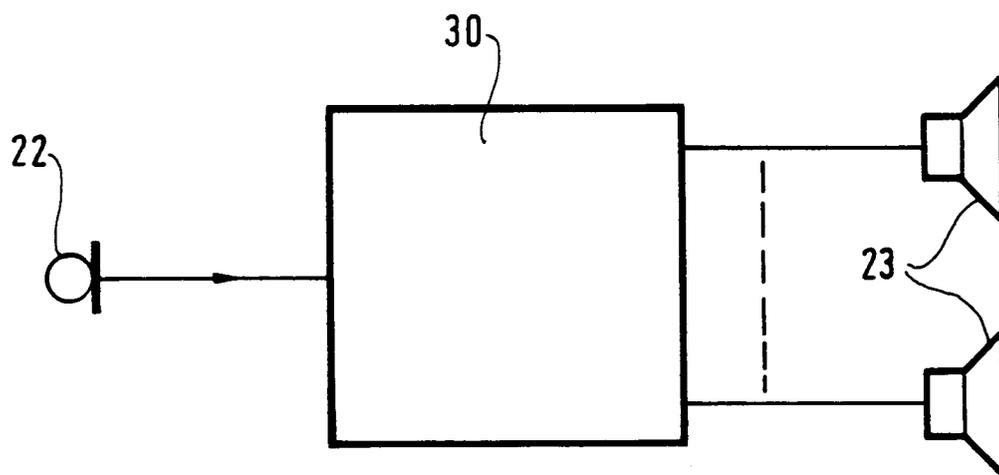


FIG. 5





Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 94 40 0688

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.5)
Y	US-A-5 135 079 (SHIMAZAKI) * abrégé; revendications 1-3; figures 2,3 * ---	1-5	G10K11/16
Y	FR-A-1 494 967 (CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE) * le document en entier * ---	1-5	
Y	GB-A-2 256 111 (UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON) * revendication 7 * ---	4	
Y	GB-A-2 257 601 (HONDA GIKEN KOGYO KK) * page 1, ligne 1 - ligne 7 * ---	5	
A	GB-A-2 242 098 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) ---		
A	WO-A-92 20063 (SRI INTERNATIONAL) ---		
A	WO-A-90 10926 (LAUKIEN ET AL.) * abrégé; figures 1-3 * ---	1	
A	ATZ AUTOMOBILTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, vol.94, no.2, Février 1992, STUTTGART DE pages 88 - 93 D. FÖLLER 'Antischall-Chancen und Grenzen' * figure 4 * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5) G10K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 31 Mai 1994	Examineur de Heering, P
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>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</p> <p>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                      .....                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM L503 03.92 (P04C02)