

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 023 622

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 15 56377

51 Int Cl<sup>8</sup> : G 01 S 7/527 (2016.01), G 01 S 15/93

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.07.15.

30 Priorité : 07.07.14 DE 102014213122.7.

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 15.01.16 Bulletin 16/02.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : ROBERT BOSCH GMBH — DE.

72 Inventeur(s) : KARL MATTHIAS.

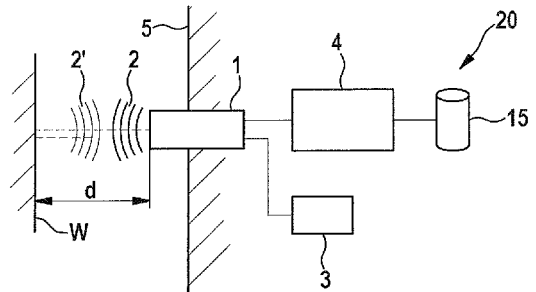
73 Titulaire(s) : ROBERT BOSCH GMBH.

74 Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

54 DISPOSITIF ET PROCEDE DE DETECTION PAR LE SON DU CHAMP ENVIRONNANT.

57 Procédé de détection par le son du champ environnant à l'aide d'un écho consistant à :

- appliquer un signal électrique à un transducteur de son (1) pour émettre un signal acoustique de mesure (2),
- déterminer le début, notamment également la fin d'une plage (III) notamment d'une plage d'amortissement dominant à l'aide de grandeurs associées à ce transducteur (1) et enregistrées dans une mémoire (15),
- saisir un premier signal électrique  $r(t)$  du transducteur (1) dans la plage d'amortissement dominant (V), et
- déterminer les propriétés caractéristiques.



FR 3 023 622 - A1



**Domaine de l'invention**

La présente invention se rapporte à un dispositif et un procédé de détection par le son du champ environnant à l'aide d'échos.

**Etat de la technique**

5 Dans le cas de la détection par l'écho du champ environnant on utilise des signaux électriques qui sont transformés dans un transducteur électro-acoustique en signaux acoustiques rayonnés vers le champ environnant. Les échos des signaux acoustiques, réfléchis par les objets de l'environnement sont transformés par un second transducteur  
10 électro-acoustique en signaux électriques pour ensuite être analysés pour détecter un objet dans l'environnement ou sa distance. Souvent on utilise le même transducteur pour émettre les signaux acoustiques de mesure et recevoir les échos réfléchis. Après l'émission des signaux de mesure, la membrane du transducteur-émetteur s'amortit progressivement. Les  
15 échos d'une intensité inférieure d'un multiple arrivent dans la même plage de temps sur le transducteur et nécessitent habituellement l'amortissement à temps des signaux du transducteur et permettent une identification appropriée de l'écho par rapport aux signaux d'amortissement. Si les propriétés du transducteur sont connues on peut prévoir l'évolution de  
20 l'amortissement. Par exemple, un procédé différentiel élimine la composante du signal d'amortissement dans le signal de transducteur pour pouvoir détecter des objets à proximité du transducteur. Dans le cadre de la description suivante on appelle « propriétés du transducteur » la somme des caractéristiques qui influence le comportement du transducteur. Ce  
25 comportement n'est pas influencé uniquement que par le transducteur lui-même mais également par son circuit électrique et les composants analogiques qui l'entourent tels que par exemple le transmetteur et les composants à caractéristiques acoustiques tel que par exemple un périphérique mécanique (pare-choc ou autre). Pour le traitement du signal on  
30 connaît différentes formes de représentation des propriétés du transducteur qui peuvent se combiner. Il s'agit notamment :

- la réponse impulsionnelle du transducteur ou sa réponse par saut,
- la fonction de transfert du transducteur comme par exemple transformer la réponse impulsionnelle (les procédés de transformation  
35 particulièrement usuels sont dans ce contexte la transformation de

Fourier, la transformation de la place ou la transformation de Walsh),

- les paramètres de substitution selon un modèle décrivant le comportement du transducteur (par exemple par des bobines, des condensateurs, des résistances, et/ou comme système ressort-masse),
- les paramètres de la réponse impulsionnelle ou d'une grandeur qui est déduite telle que par exemple le diagramme pôle-point zéro,
- un signal de temps, par exemple comme suite de valeurs de détection.

Si l'on connaît les propriétés du transducteur on peut en outre asservir l'oscillation après impulsion comme cela est décrit dans le document DE 102012221591. Selon un autre développement, on utilise les propriétés du transducteur pour surveiller le transducteur. C'est ainsi qu'il est connu qu'un amortissement trop lent ou trop rapide pouvait se détecter par une mesure de temps à l'aide d'un détecteur de seuil et pouvait être utilisé pour exploiter la fiabilité du système. Il serait de plus souhaitable de déterminer de façon plus détaillée les propriétés du transducteur pour mieux juger de la fiabilité du transducteur. Par exemple, on peut reconnaître si des revêtements de boue, de glace ou de neige influencent la capacité de détection du transducteur et/ou si le transducteur a par exemple été abîmé par le choc d'un caillou.

L'inconvénient des procédés actuels est que les signaux exploités ne peuvent pas distinguer de façon univoque les signaux d'écho car les mesures de l'amortissement du transducteur se situent dans la même plage d'intensité de signal que celui de l'écho. Ainsi, selon l'état de la technique, on ne mesure un amortissement prolongé que dans le cas dans lesquels aucun objet ne se trouve de façon permanente devant le transducteur. Cela est par exemple le cas d'un déplacement à une certaine vitesse minimale. Il est néanmoins souhaitable que directement à la mise en route fonctionnelle du transducteur et sans perte de temps, on puisse déterminer les propriétés du transducteur pour garantir également de façon suffisamment précoce, la fiabilité par les mesures effectuées. Il faudrait ainsi, par exemple lorsque le véhicule est encore immobile, pouvoir analyser l'état des capteurs pour optimiser leur capacité de réception, détecter les dommages des capteurs ou l'existence de revêtement. De plus, il est

nécessaire, à l'intérieur d'un cycle d'échos, d'éliminer dans les signaux entrant, la plage qui est caractérisée principalement par les propriétés du transducteur.

Le document DE 10 2010 003 624 A1 décrit un procédé de  
5 mesures fréquentielles pour vérifier les propriétés du transducteur ou pour juger de son état prêt à fonctionner.

### **But de l'invention**

L'invention a notamment pour but l'amélioration de  
l'analyse de la plage d'amortissement en examinant les propriétés du  
10 transducteur et en reconnaissant un écho dans le signal de transducteur.

### **Exposé et avantages de l'invention**

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de détection  
du champ environnant par le son à l'aide d'un écho comprenant les étapes  
suivantes consistant à appliquer un signal électrique à un transducteur  
15 de son pour produire l'émission d'un signal acoustique de mesure par le transducteur de son, déterminer le début, notamment également la fin d'une plage notamment d'une plage d'amortissement dominant à l'aide grandeurs associées à ce transducteur de son et qui sont enregistrées dans une mémoire de données, saisir un premier signal électrique du  
20 transducteur de son dans la plage, notamment de la plage d'amortissement dominant et déterminer les propriétés caractéristiques, notamment une réponse impulsionnelle et/ou une fonction de transfert, transformée de manière correspondante du transducteur de son à partir du premier signal électrique.

L'idée de base de l'invention consiste en ce que dès la cou-  
25 pure d'une excitation d'émission d'un transducteur-émetteur le signal électrique du transducteur peut être une combinaison des signaux (échos) provenant de l'environnement du transducteur et du signal d'amortissement du fait de l'excitation électrique. Pour une certaine plage  
30 de temps, l'intensité de l'amortissement dans « une plage d'amortissement dominant » selon l'invention est significativement plus grande que l'intensité de l'écho arrivant dans cette même plage de temps sur le transducteur. La plage d'amortissement dominant est la plage de temps dans le signal de transducteur (signal électrique appliqué aux bornes électriques  
35 du transducteur de son) qui se place entre la fin de l'application d'un si-

gnal électrique de mesure à émettre et la fin de la plage d'amortissement dominant. On arrive dans cette dernière situation selon l'invention si le signal de transducteur est en permanence plus petit que le plus fort écho prévisible en mode de fonctionnement réel. En réalité, l'écho prévisible le plus fort est de manière caractéristique celui d'un objet plat, bien réfléchissant (par exemple un mur) ; l'intensité de l'écho réel prévisible le plus fort dépend du temps de parcours de l'écho et diminue de façon continue avec l'augmentation de son temps de parcours. Comme les dispersions de l'intensité de l'écho en fonction de l'échantillon et du climat (par exemple l'amplitude de l'écho, le niveau sonore entre autre) sont significativement plus petites que la plage dynamique d'amortissement, et se situent en général au milieu de la plage d'amortissement dominant, le signal de transducteur est tellement fortement dominé par le tracé du signal d'amortissement qu'à l'aide de la courbe du signal, au centre de la plage d'amortissement dominant, les caractéristiques pour déterminer les propriétés du transducteur (voir ci-dessus) peuvent se déterminer déjà au cours d'un unique cycle d'écho. Dans ce domaine il est clair que la plage d'amortissement dominant dépend des paramètres de l'objet sélectionné comme ayant de bonnes caractéristiques de réflexion et que les plages marginales de la plage d'amortissement dominant ne risquent pas d'être influencées par des composantes d'échos non fiables. Ces plages marginales sont appelées pour cela plages transitoires dans le cadre de la présente invention.

Les considérations développées ci-dessus sont appliquées dans le procédé de l'invention pour la détection par le son du champ environnant par l'écho. Pour cela, dans une première étape on applique un signal électrique à un transducteur de son pour émettre un signal acoustique de mesure par ce transducteur de son. Pour vérifier les propriétés du transducteur, on détermine ensuite le début d'une plage d'amortissement dominant dans le signal de transducteur en extrayant de la mémoire de données les grandeurs enregistrées, associées au transducteur. En d'autres termes, à un moment antérieur (par exemple dans le cadre du procédé de fabrication) on enregistre des informations dans la mémoire de données permettant d'identifier la plage d'amortissement dominant dans le signal de transducteur. Par exemple, on peut définir la plage

d'amortissement dominant en fonction de l'instant auquel on coupe l'excitation du transducteur. En variante ou en plus, on peut prédéfinir une intensité du signal de transducteur pour les limites de la plage d'amortissement dominant, par exemple à l'aide du chronogramme de l'intensité du signal de transducteur dans le cycle d'écho, notamment par rapport à l'intensité de l'écho le plus fort prévisible en fonctionnement réel. Un signal de transducteur appliqué dans la plage d'amortissement dominant (premier signal électrique du transducteur de son) est ensuite saisi et utilisé pour déterminer les propriétés caractéristiques du transducteur de son. Les propriétés caractéristiques sont notamment la fonction de transfert, la réponse impulsionnelle / réponse par saut, une transformée de la fonction de transfert. En plus ou en variante, on peut déterminer pour leur valeur, des paramètres de substitution d'un modèle du transducteur. Comme modèle habituel, la technique connaît le système ressort-masse ou des circuits oscillants-série sans toutefois exclure des formes alternatives de modèles. Le signal de temps ou son tracé, c'est-à-dire son enveloppe entre autre peuvent servir à décrire les propriétés caractéristiques.

L'invention permet une analyse précoce des propriétés de transducteur du transducteur de son, notamment déjà pendant le cycle d'écho, en cours. Il suffit de l'excitation du transducteur de son par un signal électrique, la lecture de la mémoire de données et la réaction du transducteur dans la plage d'amortissement dominant pour déterminer les propriétés caractéristiques du transducteur de son. De cette manière, on pourra reconnaître de façon précoce les défauts du transducteur dans un « cycle de fonctionnement » et valider ainsi les résultats de la mesure. De plus, on peut exploiter les signaux du transducteur jusqu'à la fin de la plage d'amortissement dominant, au moins pour l'exploitation d'un éventuel écho contenu dans le signal de transducteur ce qui évite la détection erronée des échos et économise de la puissance de calcul.

De façon préférentielle, on établit un modèle du signal d'amortissement, c'est-à-dire du transducteur de son utilisés en se fondant sur les propriétés caractéristiques du transducteur de son et le signal électrique appliqué. En d'autres termes, à l'aide du signal de transducteur saisi pendant la plage d'amortissement dominant on conclut

à un signal d'amortissement « pur » sans écho. Ensuite, le modèle de la  
composante généré par l'amortissement dans le signal de transducteur  
peut être utilisé dans le cadre d'une détection d'écho dans un signal réel  
de transducteur. On peut par exemple diminuer un signal réel de trans-  
ducteur par le modèle du signal d'amortissement du transducteur de son  
5 de sorte qu'après sollicitation, seul l'écho contenu le cas échéant dans le  
signal de transducteur subsiste comme résultat. Dans ces conditions, un  
écho reçu n'a pas nécessairement une intensité plus élevée que celle du  
signal d'amortissement. De façon correspondante, la distance minimale  
10 détectable en sécurité diminue vis-à-vis des objets environnants, ce qui  
augmente la sécurité de détection du système de détection du champ envi-  
ronnant selon l'invention.

De façon préférentielle, en se fondant sur les propriétés ca-  
ractéristiques du transducteur ou à l'aide du modèle du signal  
15 d'amortissement ou du transducteur on peut fournir une information con-  
cernant l'état du transducteur de son et/ou de la fiabilité d'un système  
utilisant ce transducteur de son. Selon la réalisation du modèle, on peut  
par exemple enregistrer des plages de valeurs pour les paramètres de  
substitution utilisés dans la mémoire de données indiquée ci-dessus et les  
20 comparer au modèle actuel pour juger de l'aptitude au fonctionnement du  
transducteur de son. En variante ou en plus, on peut comparer les points  
caractéristiques ou des propriétés de la fonction de transfert avec les va-  
leurs enregistrées (par exemple à l'aide de procédés connus pour l'examen  
de la courbe).

25 Pour déterminer les propriétés caractéristiques du trans-  
ducteur on peut utiliser le chronogramme du signal de transducteur tel  
que celui de son intensité ou encore sa décomposition spectrale, notam-  
ment les amplitudes et en variante ou en plus, les phases ou en variante  
ou en plus les fréquences du signal du transducteur saisi dans la plage  
30 d'amortissement dominant. En variante ou en plus, on peut également  
déterminer l'intensité représentée par l'enveloppe du signal, le signal de  
transducteur (par exemple par redressement et filtrage par un filtre passe-  
bas) et les utiliser pour l'exploitation.

L'utilisation de signaux de transducteurs précoces ou dis-  
35 ponibles précocement dans un cycle de mesure (période de temps com-

prise entre deux signaux de mesure émis successivement) permet d'analyser le transducteur ou sa formation de modèle et utiliser les résultats de l'analyse ou du modèle dans quelques cycles de mesure, notamment dans le même cycle de mesure. De cette manière, en cas de détection  
5 du champ environnant on pourra avoir des connaissances très actuelles concernant l'aptitude au fonctionnement ou l'état de fonctionnement du transducteur. Cela permet d'assister précocement l'utilisateur par le système développé selon l'invention.

Le modèle de transducteur établi sur le fondement des propriétés caractéristiques du transducteur ou du signal d'amortissement  
10 peut être un signal d'amortissement réalisé électriquement ou représenté en technique numérique. Selon le développement du système utilisé pour appliquer l'invention, on génère ainsi une représentation appropriée, réduite au minimum et impeccable sur le plan de la technique des tolérances pour le signal d'amortissement. L'utilisation d'un modèle de signal  
15 électrique permet par exemple de comparer le modèle et le signal effectif fourni par le transducteur en technique de traitement de signal. Pour faire une analyse numérique ou par le calcul ou l'exploitation des signaux de transducteur, il est avantageux d'avoir un modèle du signal  
20 d'amortissement. En particulier, au cas où les étapes de traitement numérique du signal pour l'exploitation de l'écho ou pour la détection de l'environnement sont prises en compte, il peut être avantageux d'avoir une préparation correspondante du modèle.

Pour établir le modèle du comportement d'amortissement, par exemple sous la forme du signal d'amortissement, on peut en plus utiliser un signal de transducteur électrique reçu au cours de la plage  
25 d'amortissement dominant ainsi que le signal électrique utilisé pour exciter le transducteur de son. En particulier, on peut utiliser une convolution du signal d'excitation avec la réponse impulsionnelle (connue au préalable) du transducteur de son. Pour prédéfinir certains paramètres de modèle pour ainsi paramétrer ou identifier l'influence de l'environnement et d'éventuels dommages du modèle. Par exemple, on pourra former l'image  
30 séparée d'une dépendance de la température et d'autres influences sur la fonction de transducteur du modèle et les actualiser également séparé-



ment à un instant ultérieur. Dans certains cas, cela rend inutile un traitement compliqué ou une détermination nouvelle du modèle.

Pour affiner le modèle précédemment déterminé, au cours d'un second cycle de mesures suivant, on peut déterminer un paramètre supplémentaire ou une propriété caractéristique supplémentaire du transducteur de son ou encore réduire les insécurités du modèle déterminé ou actualiser le modèle. En fonction de cela on peut établir un second modèle affiné du signal d'amortissement ou du transducteur de son et adapter le modèle utilisé pour l'identification de l'écho contenu dans le signal électrique en utilisant le second modèle. De plus, le modèle des propriétés de transducteur peut être complété et/ou actualisé par l'exploitation des signaux d'écho dans un cycle d'écho et en particulier sur plusieurs cycles d'écho. Si, par exemple, à l'aide des signaux d'écho on fait la prévision d'un modèle d'objet et de son comportement mobile, et si ce modèle est validé suffisamment, on peut conclure pour la partie résiduelle du signal influencée par l'amortissement. La validation des propriétés caractéristiques déterminées de différentes manières peut être faite de manière préférentielle avec une mesure de qualité telle que par exemple la variance.

Si pour la solution, on a différents modèles et/ou jeux de paramètres on peut, à l'aide d'une mesure de qualité, décider de la validité. C'est ainsi que le signal de temps est influencé pendant l'excitation du transducteur par ses propriétés caractéristiques comme cela est décrit dans le document DE 102012200743 A1. De même, pour la validation des propriétés de transducteur, déterminées selon l'invention, on peut tenir compte des résultats d'autres procédés comme par exemple ceux du document DE 102012221591 selon lequel les propriétés du transducteur ne sont détectées que dans certains états de fonctionnement. L'utilisation d'informations obtenues au cours de cycles de mesure suivants et de considérations permet une analyse plus complète (demandant plus de temps) des signaux ou l'utilisation de circuits moins puissants en technique de calcul et qui sont également moins coûteux. En plus, comme décrit ci-dessus, les paramètres modifiés en cours de fonctionnement peuvent être pris en compte de cette manière et être copiés. On peut ainsi admettre que des variations brèves du signal du transducteur sont la conséquence

d'une scène d'objet déterminant les signaux d'écho, dans la mesure où les variations de signal sont analogues aux signaux d'écho prévisibles ou que des variations plus durables du signal, notamment pendant le déplacement d'objets sont, avec une plus grande probabilité, la conséquence de modifications des propriétés du transducteur.

Selon un autre développement, l'invention a pour objet un dispositif de détection par le son du champ environnant. Ce dispositif comporte un transducteur de son, un générateur de signal et une unité d'exploitation. Le générateur de signal fournit un signal électrique pour exciter le transducteur de son et émettre un signal acoustique de mesure. L'unité d'exploitation sert à l'analyse de signal décrite ci-dessus et pour laquelle en option on peut également prévoir une mémoire de données dans le dispositif. En variante, la mémoire de données peut être externe pour l'accès par l'unité d'exploitation. Le transducteur de son émet et reçoit les signaux sonores par rapport à l'environnement du dispositif. En d'autres termes, le transducteur de son fonctionne comme émetteur pendant un premier moment et dans un second moment, il fonctionne comme récepteur (pour recevoir l'écho du signal émis ou l'écho provoqué par un autre transducteur de son. Le dispositif selon l'invention ci-dessus exécute un procédé comme celui décrit en liaison avec les détails de l'invention donnés précédemment.

Le dispositif comporte une mémoire de données qui fournit un seuil appliqué à un signal de sortie de filtre, notamment si la sortie de filtre est définie par l'intensité de signal et si le seuil invariant selon le temps de parcours est conçu pour être coupé dans la plage d'amortissement dominant, par la courbe enveloppe du signal de transducteur et que la durée du ou des points d'intersection est une mesure des propriétés du transducteur, notamment pour la constante de temps d'amortissement ou pour la position des fréquences de résonance en cas de plusieurs intersections dans un cycle d'écho.

Le dispositif peut comporter un seuil dépendant du temps de parcours, fourni par une mémoire de données et qui est appliqué à un signal de sortie du filtre de réception formé à l'aide des propriétés obtenues du transducteur pour qu'exclusivement pendant la présence du signal d'amortissement, au moins dans certaines plages partielles, il ne soit

pas dépassé mais que l'apparition d'un écho supplémentaire dans le signal produit un dépassement du seuil dépendant du temps de parcours caractérisé par les propriétés du transducteur pour le signal de sortie du filtre de réception.

5 Le dispositif avec une mémoire de données peut avoir un seuil dépendant du temps de parcours et qui est appliqué à un signal de sortie du filtre de réception et mis en forme par les propriétés obtenues du transducteur pour qu'en présence exclusive des signaux d'amortissement, au moins dans certaines plages partielles, il soit en grande partie dépassé  
10 vers le haut et qu'à l'aide du comportement chronologique (durée / fréquence) de brefs dépassements, vers le bas, éventuels de ce seuil, on détermine les propriétés caractéristiques du transducteur car, par exemple, les brefs dépassements vers le bas sont occasionnés par la fréquence résonance-série du transducteur ou du circuit autour du transducteur ou  
15 d'un circuit résonnant parallèle.

Le dispositif peut analyser le signal de transducteur quant à l'évolution dans le temps de l'intensité du signal et de la composante de fréquence ou de phase, dominante pour tirer les conclusions relatives aux propriétés du transducteur.

20 Dans les cycles d'écho suivants, à l'aide des propriétés obtenues du transducteur, le dispositif peut faire une réduction de l'amortissement, par exemple en commandant une excitation du transducteur qui est à l'opposé de la fin d'oscillation et/ou en ce qu'il fait la synthèse d'un signal correspondant à l'amortissement et qui est soustrait  
25 du signal d'origine.

Le dispositif peut s'utiliser par exemple comme composant d'un capteur de champ environnant, applicable au domaine automobile. Dans ce contexte, les propriétés du convertisseur sont utilisées si n'est exclusivement, du moins en grande partie par la périphérie des transducteurs de son. Celle-ci peut comporter par exemple l'habillage d'un pare-choc du moyen de transport selon l'invention.

### **Dessins**

La présente invention sera décrite ci-après à l'aide d'exemples de procédés et de dispositifs de détection du champ environnant par des échos représentés dans les dessins annexés dans lesquels :  
35

- la figure 1 est un schéma des composants d'un exemple de réalisation d'un système de détection du champ environnant selon l'invention,
- la figure 2 montre un diagramme du flux du signal d'un exemple de réalisation d'un système de détection du champ environnant selon l'invention,
- 5 - la figure 3a est une représentation de principe de segments d'un signal de temps d'un transducteur de son selon un exemple de réalisation d'un système de détection du champ environnant,
- la figure 3b est une réalisation pratique de l'enveloppe d'un transducteur en amortissement,
- 10 - la figure 4 est un chronogramme d'une simulation d'un signal de transducteur de son selon un exemple de réalisation d'un système de détection du champ environnant selon l'invention,
- la figure 5 montre un chronogramme d'une simulation d'un signal de transducteur de son selon un exemple de réalisation d'un système de détection du champ environnant recevant un écho de l'environnement et,
- 15 - la figure 6 montre un ordinogramme explicitant les étapes d'un exemple de réalisation ou un procédé selon l'invention.

## 20 **Description de modes de réalisation**

La figure 1 montre un système 20 de détection du champ environnant fondé sur le son et qui comporte un transducteur à ultrasons 1 comme transducteur de son intégré dans le pare-choc 5 d'un moyen de transport. Le transducteur à ultrasons 1 émet un signal de mesure 2 vers l'environnement du système 20. Un mur W représente un objet qui réfléchit le mieux en mode de fonctionnement réel du système 20 et qui, pour un éloignement donné  $d$  (entre le mur W et le transducteur à ultrasons 1) génère l'écho le plus fort 2'. Un générateur de signal 3 excite le transducteur à ultrasons 1 pour émettre le signal de mesure 2. Les signaux de temps, électriques, appliqués au transducteur à ultrasons 1 sont reçus par l'intermédiaire d'une unité d'exploitation constituée par un microprocesseur 4 pour être comparés à des références enregistrées dans une mémoire de données 15. De plus, le micro-processeur 4 peut comporter des modèles et leurs paramètres dans la mémoire de données 15 pour pouvoir les utiliser ultérieurement.

La figure 2 montre un diagramme de flux de signal d'un système 20 selon l'invention pour la détection du champ environnant. Dans ce système, un générateur de signal 3 reçoit un signal de mesure selon la représentation  $s(t)$  en technique de traitement de données. Le signal de mesure est fourni par la sortie du générateur de signal 3 d'un côté au transducteur à ultrasons 1 et de l'autre comme décrit ci-après il est fourni à différentes instances de traitement de signal. Le signal de sortie  $r(t)$  du transducteur à ultrasons 1 arrive à l'entrée d'un évaluateur 6 qui établit un modèle pour le signal amorti et ainsi pour certaines plages de fonctionnement du transducteur à ultrasons 1. Comme cela est représenté en traits interrompus, la représentation  $s(t)$  du signal de mesure peut être fourni, pour tenir compte de la détermination de la fonction de transfert du transducteur à ultrasons 1 par l'évaluateur 6. Le modèle M1 établi par l'évaluateur 6 est appliqué à une unité de synthèse 7 qui reçoit en plus également la représentation  $s(t)$  du signal de mesure. L'unité de synthèse 7 génère un signal amorti idéal  $r_{AM}(t)$  avec les grandeurs d'entrée ci-dessus ; ce signal idéal est appliqué à une unité d'exploitation de signal 8.

Comme l'unité de traitement de signal 8 reçoit en plus également le signal réel  $r(t)$  de sortie du transducteur, ce signal peut également contenir le cas échéant un écho du signal de mesure émis par le transducteur à ultrasons 1, ce qui permet de soustraire le signal idéal de transducteur  $r_{AM}(t)$  du signal de sortie  $r(t)$  du transducteur et d'appliquer la différence comme signal d'entrée, indépendamment du signal amorti appliqué au transducteur, pour être reconnu et le cas échéant effectuer d'autres analyses. A côté de la représentation décrite ici du modèle de transducteur M1 sous la forme du signal de temps d'amortissement, on peut également utiliser comme alternative, comme par exemple une plage de paramètres d'une fonction de transmission ou une grandeur transformée ou leurs paramètres ou encore les paramètres de remplacement d'un modèle formé de composants linéaires et de composants non linéaires, équivalents dans leur application.

Selon la littérature, on connaît les formes d'exploitation de signal les plus diverses. C'est ainsi que la forme décrite ici de l'application des propriétés de transducteurs ne représente que l'une des nombreuses possibilités. Par exemple, l'exploitation de signal 8 peut être appliquée à

un signal de sortie de filtre sensible à la phase ou non sensible et de façon correspondante, les exigences et les indications de représentation du modèle M1 synthétisé à titre d'exemple ou du signal de synthèse  $r_{AM}(t)$  peuvent changer.

5                    Selon un développement préférentiel, le signal amorti est reconstruit aussi fidèlement que possible de l'original en fonction des excursions effectives, pour reconstruire l'intensité du signal et la phase correcte pour ensuite être soustrait par le signal d'entrée  $r(t)$  et obtenir autant que possible exclusivement le signal d'écho dans la partie restante  
10 du signal.

                    Selon une variante de développement préférentiel, le signal de sortie d'un filtre de réception, comme par exemple, d'un filtre accordé non sensible en phase pour des signaux chirp, est flanqué de seuils pour que seulement l'arrivée de composants de signal produits par l'écho réfléchi dépassant vers le haut ou vers le bas les seuils permette de cette manière de tirer des conclusions concernant les temps de parcours de l'écho  
15 aux instants de dépassement vers le bas ou vers le haut pour déterminer ainsi la distance de l'objet.

                    La figure 3a montre le signal de sortie d'un filtre de réception tel qu'un filtre accordé, notamment l'enveloppe stylisée 10 d'un signal de transducteur et l'enveloppe stylisée 11 d'un écho maximum réel de l'environnement. La plage de temps I sans excitation électrique du transducteur électroacoustique se poursuit par une plage de temps II dans laquelle le transducteur est excité par un signal électrique pour émettre un  
20 signal de mesure. Au début d'une troisième plage de temps III on modifie l'excitation et notamment on la modifie fortement, par exemple on la coupe si bien que l'enveloppe du signal de transducteur 10, sous forme logarithmique, diminue linéairement en fonction du temps (ou par rapport à la distance d'objets  $d$ ). La plage d'amortissement III se décompose en  
25 trois plages IV, V, VI parmi lesquelles une première plage IV est la plage transitoire qui se produit en option côté excitation pour passer à la seconde plage d'amortissement dominant V identifiée selon l'invention et se poursuivant par une plage transitoire VI vers la plage d'écho dominant VII. La plage d'amortissement dominant V est caractérisée en ce que l'intensité  
30 du signal amorti 10 est avec certitude plus élevée –par exemple au moins  
35

selon le coefficient 2- que l'intensité de l'écho reçu, le plus fort prévisible (voir l'enveloppe 11). Dans une plage autour du point 9 dans laquelle il y a des valeurs identiques pour l'enveloppe 10 du signal amorti et l'enveloppe 11 de l'écho, la plage d'amortissement III rejoint la plage d'écho dominant VII. Dans la plage d'écho dominant, l'intensité de l'écho le plus faible prévisible (non représenté) est supérieure au signal amorti 10 le plus fort, par exemple selon une différence de coefficient 2. L'utilisation selon l'invention de la plage d'amortissement dominant V ainsi que la formation optionnelle d'un modèle pour utiliser les connaissances recueillies dans cette plage permet une identification d'écho en principe dès avant le point 9 là où les échos ont dans tous les cas une intensité plus faible que celle du signal amorti.

Alors qu'à la figure 3a, la plage d'amortissement III a une courbe enveloppe décroissante continue, la figure 3b montre à titre d'exemple une variante de courbe-enveloppe 10 du signal de transducteur produite par une modification des propriétés du transducteur. Les incursions brèves visibles dans la courbe-enveloppe de la figure 3b de la courbe-enveloppe 10 par ailleurs décroissante continue, peuvent être par exemple la conséquence de certaines propriétés du transducteur, telle que la position de la fréquence de résonance-série du transducteur et de la fréquence de résonance-parallèle du circuit autour du transducteur.

A titre d'exemple, à la figure 3b on a représenté un procédé d'exploitation avec le seuil S. Dans la plage d'amortissement dominant III, le seuil S est légèrement au-dessus de l'intensité du chronogramme de l'écho 11 maximum qui se produit dans la réalité. A l'aide du dernier dépassement vers le bas du seuil S par le signal de sortie 10b du filtre à l'instant  $t_N$ , le seuil S est transformé dans sa fonction en un seuil de détection d'écho en ce que à partir de l'instant  $t_N$  le seuil S borde par le haut le chronogramme de l'amortissement. A l'arrivée d'un écho combiné de manière additive, le seuil S serait dépassé par le signal de sortie de filtre 10 et à l'aide de l'instant du dépassement on pourrait tirer des conclusions concernant le temps de parcours de l'écho, caractéristique de cette distance objet.

La figure 4 montre un signal réel de transducteur 16, redressé, mesuré ; on a conservé la dénomination des plages de temps (ou

de distance) correspondant à la figure 3. La représentation montre une saturation du signal de transducteur 16 dans la plage II et au début de la plage d'amortissement III ce qui se produit également dans les systèmes connus de l'état de la technique (cela est lié à la dynamique). Dans la

5 plage d'amortissement III on a représenté ainsi en plus une enveloppe idéale 10 du signal de transducteur 16 pour l'expliquer. Ce n'est qu'à partir d'une distance objet d'environ 5 centimètres que l'on dépasse la plage de saturation de sorte qu'ici le signal de transducteur 16, redressé épouse par ses intensités, l'enveloppe idéalisée 10. On a également tracé une

10 enveloppe 11 d'un écho d'environnement, maximum se produisant en réalité. Cela montre clairement que dans ce cas dans la plage de distance d'environ 2 cm jusqu'à environ 7 cm, l'enveloppe du signal de transducteur 16 de l'amortissement domine. Malgré la prise de la commande au début de la plage III, on a ainsi un signal de transducteur 16 dans la

15 plage d'amortissement dominant. Dans cette plage, on pourrait évaluer ainsi une propriété essentielle du transducteur, le temps (ou la distance équivalente) de l'enveloppe de l'amortissement. Comme simple développement de l'utilisation des propriétés évaluées du transducteur on pourrait ensuite en déduire la courbe du seuil de détection d'échos 12. Juste au-dessus de

20 l'enveloppe idéalisée 10 on a tracé comme expression possible d'une évaluation de signal 8, un seuil de détection d'écho 12 que le signal de transducteur 16 doit dépasser pour permettre une détection de l'écho en fonction de l'intensité du signal. Comme la figure 4 représente exclusivement le tracé du signal de transducteur 16 pendant l'émission du signal de mesure et son amortissement consécutif, c'est-à-dire en l'absence d'un

25 écho, la plage de temps VII qui suit contient uniquement les composantes de bruit 13 sans l'écho de l'environnement dans le signal de transducteur 16.

La figure 5 montre le signal de transducteur 16 de la figure

30 4 contenant en plus un écho 14 d'un objet de l'environnement. La surface réfléchissante de l'objet de l'environnement produit par son écho, l'apparition supplémentaire d'une intensité plus forte du signal de transducteur dans la plage entre 10 cm et 20 cm. Comme l'écho choisi à titre d'exemple, est l'écho réel le plus intense, le tracé également représenté de l'intensité

35 maximum de l'écho réel se coupe avec la composante générée par l'écho



dans le signal de transducteur à une distance d'environ 15 cm. Si l'on suit le tracé de l'intensité de l'écho de ce réflecteur le plus fort pour différentes distances du réflecteur, de façon équivalente, on pourra tirer des conclusions concernant l'intensité de l'écho réel possible de l'autre côté de la  
5 plage III.

Comme déjà décrit en liaison avec la figure 3, on peut déduire un seuil de détection d'écho 12 comme simple réalisation de l'exploitation de signal 8. A l'aide du dépassement du seuil de détection d'écho 12 par le signal de transducteur on peut ensuite conclure à  
10 l'existence d'une surface réfléchissante. Sensiblement à la distance de 10 cm, l'écho dépasse le seuil de détection 12. A des instants plus tôt, le signal d'écho plonge dans le signal d'amortissement 16. En soustrayant le signal d'amortissement 16 de la figure 5, on pourrait toutefois détecter l'écho selon l'invention pour un signal de transducteur qui serait déjà  
15 croissant avant le repère de 10 cm. Cela permettrait d'obtenir des informations concernant l'objet de l'environnement à un instant antérieur et exploiter ces informations.

Pour être complet, il convient de signaler qu'à côté de cette utilisation directe du modèle de transducteur obtenu dans la plage  
20 d'amortissement dominant 5 on pourrait également utiliser d'autres exploitations du signal d'écho intéressantes du point de vue technique. A titre d'exemple, on peut citer l'exploitation à l'aide d'un filtre adapté au signal. Pour déterminer le temps de parcours de l'écho, on effectue en général un filtrage incohérent, c'est-à-dire qui ne tient pas compte de la  
25 phase. A la sortie du filtre, on obtient ainsi, de façon équivalente, un signal qui est une mesure équivalente de l'intensité du signal pour l'analogie entre le signal de transducteur respectif et le signal prévu par le filtre.

Il convient de remarquer toutefois dans ce contexte qu'il y a une forme mixte d'analyse de signal consistant en une exploitation cohérente des propriétés du transducteur par le modèle, c'est-à-dire en tenant  
30 compte de la phase alors que l'exploitation 8 consécutive du modèle de transducteur  $M_x$ , par exemple par la détection du temps de parcours de l'écho, nécessite actuellement plus que le filtrage incohérent sensible à la phase.

La figure 6 montre les étapes d'un exemple de réalisation d'un procédé selon l'invention pour la détection par le son de l'environnement à l'aide d'un écho. Dans l'étape 100 on applique un signal électrique à un transducteur de son ; le transducteur produit ainsi l'émission d'un signal acoustique de mesure. Dans l'étape 200 on détermine le début, notamment aussi la fin d'une plage d'amortissement dominant à l'aide de grandeurs mémorisées dans une mémoire de données. Dans l'étape 300, à l'intérieur de la plage d'amortissement dominant, identifiée, on prend un premier signal électrique sur les bornes électriques du transducteur de son. Comme la plage d'amortissement dominant est peu sensible aux influences extérieures, on pourra, dans l'étape 400, déterminer les propriétés caractéristiques du transducteur de son à partir du premier signal électrique. Ces caractéristiques servent par exemple à établir une fonction de transfert ou de façon correspondante, des informations caractérisant le transducteur. Dans l'étape 500 on réalise le modèle d'un signal d'amortissement du transducteur en se fondant sur les propriétés caractéristiques du transducteur et du signal électrique appliqué. Cela permet dans l'étape 600, d'utiliser le modèle du signal d'amortissement pour l'identification d'un écho contenu dans le signal électrique du transducteur. Dans un autre cycle de mesure postérieur on détermine dans l'étape 700, les paramètres supplémentaires de la fonction de transfert ; dans l'étape 800 on établit un second modèle du signal d'amortissement du transducteur de son en se fondant sur les paramètres supplémentaires ; dans l'étape 900, on adapte les deux modèles pour identifier un modèle du signal d'amortissement utilisé dans l'écho contenu dans le signal électrique. De cette manière, on peut utiliser une exploitation du signal de transducteur demandant plus de temps ou établir le modèle avec moins de temps. En plus, les paramètres variables en fonction du temps permettront de tenir compte d'éventuels défauts et autres reconnaissances dans le cadre du second modèle.

Dans le cadre de la présente invention, on peut générer un seuil  $\theta$  décroissant ou constant en fonction de la progression du temps de parcours de l'écho et l'utiliser pour reconnaître un écho en vérifiant quand le signal de transducteur effectif a dépassé la dernière fois vers le haut ou vers le bas, ce seuil  $\theta$ . Pour cela, à partir d'analyses préalables,

en supposant qu'à l'intérieur du premier dépassement vers le haut ou du dernier dépassement vers le bas du signal de transducteur, ce signal est très largement indépendant d'influences externes, comme par exemple l'écho, mais qu'il est notamment pour l'essentiel déterminé lui-même par les propriétés du transducteur (en tenant compte du signal de mesure produisant l'excitation). Le seuil  $\theta$  décroissant ou constant en fonction de la progression du temps de parcours de l'écho est déjà connu au début du cycle de l'écho (par exemple sous la forme d'un chronogramme mémorisé dans une mémoire de données). Il peut être formé à partir du tracé des intensités de pic de l'écho généré en réalité par l'objet le mieux réfléchissant pour des distances-objet  $d$ , différentes (par exemple comme 1,5 fois la courbe enveloppe de l'écho maximum produit dans la réalité par l'excitation respective par le signal de mesure). Pour cela, par des analyses préalables, avec par exemple des essais dans la plage d'écho dominant VII on détermine le tracé de l'intensité maximale de l'écho qui se produit en réalité. A l'aide du modèle, comme par exemple du modèle simple  $R_{11}(d)=K.d^{-n}$ , en déterminant les paramètres  $K$  et  $n$  du modèle on peut ensuite suivre de manière conséquente le tracé du seuil  $\theta$  dans la plage III. Ce tracé peut être mesuré à titre d'exemple et être enregistré dans la mémoire de données 15 lors de la fabrication. En variante, on peut également mémoriser dans la mémoire de données 15 des valeurs d'expérience, qui ont montré de bons résultats indépendamment de la dispersion des exemplaires.

En technique, il est connu que les propriétés caractéristiques d'un système de transmission (par exemple un transducteur y compris les périphériques) peuvent être représentées de différentes manières équivalentes, comme par exemple, le temps de la réponse impulsionnelle ou du paramètre d'une équation décrivant la réponse impulsionnelle ainsi que la transformée de la réponse impulsionnelle. Pour formuler les propriétés caractéristiques d'un réseau électrique donnant l'image du système de transmission, on peut utiliser une transformée de la fonction de transfert ou un paramètre de substitution d'un réseau électrique image du système de transmission. En technique il est également connu de déterminer les réactions pratiques d'un système de transmission sur les signaux d'entrée, tels que par exemple des signaux

d'excitation appliqués de manière différente et avec lesquels on détermine les propriétés caractéristiques. Uniquement à titre d'exemple, dans ce contexte, il y a la convolution du mot de réponse impulsionnelle avec l'évolution dans le temps d'un signal d'excitation ou avec la courbe de  
5 temps d'une impulsion de signal de mesure appliquée pour déterminer le signal de transducteur pendant l'excitation et l'amortissement consécutif. Il est également connu en technique qu'un branchement électrique se caractérise toujours par deux grandeurs conjuguées, telles que l'intensité et la tension. Ainsi, la réponse du système d'un transducteur avec des pro-  
10 priétés caractéristiques, auquel on applique aux deux bornes, un courant d'excitation pour émettre un signal de mesure, par exemple de façon préférentielle, l'évolution chronologique de la tension des bornes électriques.

**NOMENCLATURE DES ELEMENTS PRINCIPAUX**

	1	Transducteur à ultrasons
	2, 2'	Echo
5	3	Générateur de signal
	4	Micro-processeur
	5	Pare-choc
	6	Evaluateur
	7	Unité de synthèse
10	8	Exploitation de signal
	9	Point de fonctionnement
	10	Enveloppe d'un signal de transducteur
	11	Enveloppe d'un écho maximum réel
	12	Seuil de détection d'écho
15	13	Composante de bruit
	15	Mémoire de données
	16	Signal de transducteur
	20	Système de détection du champ environnant en fonction du son
	100-900	Etapes de l'ordinogramme
20	M1	Modèle
	S	Seuil
	s(t)	Signal de mesure / Représentation
	r(t)	Signal de sortie du transducteur
	r <sub>AM</sub> (t)	Signal idéal d'amortissement
25	I, II, III	
	IV, V,VI	Plages de temps
	V	Plage d'amortissement dominant
	VII	Plage d'écho dominant
	XI	Courbe enveloppe
30	t <sub>N</sub>	Instant

### RE V E N D I C A T I O N S

1°) Procédé de détection par le son du champ environnant à l'aide d'un écho, comprenant les étapes suivantes consistant à :

- appliquer (100) un signal électrique à un transducteur de son (1)  
5 pour qu'il émette un signal acoustique de mesure (2),
- déterminer (200) le début, notamment également la fin d'une plage (III) notamment d'une plage d'amortissement dominant (V) à l'aide de grandeurs associées à ce transducteur de son (1) et qui sont enregistrées dans une mémoire de données (15),
- 10 - saisir (300) un premier signal électrique  $r(t)$  du transducteur de son (1) dans la plage (III), notamment dans la plage d'amortissement dominant (V), et
- déterminer (400) les propriétés caractéristiques, notamment une réponse impulsionnelle et/ou une fonction de transfert, transformée  
15 de manière correspondante du transducteur de son (1) à partir du premier signal électrique  $r(t)$ .

2°) Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes consistant à :

- 20 - établir (500) un modèle (M1) d'un signal d'amortissement du transducteur de son (1) en se fondant sur les propriétés caractéristiques du transducteur de son (1) et du signal électrique appliqué et
- utiliser (600) le modèle (M1) du signal d'amortissement pour identifier un écho contenu dans le signal électrique  $r(t)$ .

25

3°) Procédé selon la revendication 1 ou 2,

caractérisé en ce qu'il comprend en outre l'étape consistant à :

- 30 émettre une indication concernant l'état du transducteur de son (1) et/ou la fiabilité du système (20) utilisant ce transducteur de son (1) à l'aide des propriétés caractéristiques.

4°) Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

la détermination (500) des propriétés caractéristiques consiste à exploiter

- 35 - l'amplitude et/ou

- la phase et/ou
  - la fréquence
- du signal  $r(t)$  du transducteur.

5 5°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on effectue les étapes ci-dessus dans un cycle de mesure pour détecter le champ environnant.

10 6°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'utilisation du modèle (M1) consiste notamment à compléter et notamment actualiser le modèle de transducteur déterminé dans les cycles d'écho précédents.

15 7°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'utilisation du modèle (M1) du signal d'amortissement consiste à soustraire le modèle (M1) du signal d'amortissement par rapport au signal  $r(t)$  du transducteur de son (1).

8°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'établissement (400) d'un modèle (M1) du signal d'amortissement donne un signal en technique de calcul ou un signal électrique.

9°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'établissement du modèle (M1) du signal d'amortissement utilise le signal  $s(t)$  pour exciter le transducteur de son (1), notamment une convolution de celui-ci avec le mot de réponse impulsionnelle du transducteur de son (1).

10°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans un autre cycle de mesure il comprend en outre les étapes suivantes consistant à :

- 5 - déterminer (700) des paramètres supplémentaires de la fonction de transfert du transducteur de son (1),
- établir (800) un second modèle du signal d'amortissement du transducteur (1) en se fondant sur les paramètres supplémentaires, et
- adapter (900) le modèle (M1) du signal d'amortissement utilisé pour identifier un écho contenu dans un signal électrique  $r(t)$  à l'aide du  
10 second modèle.

11°) Dispositif pour la détection par le son du champ environnant comprenant :

- 15 - un transducteur de son (1),
- un générateur de signal (3), et
- une unité d'exploitation (4),
- notamment également une mémoire de données (15), dans lequel
- 20 - le transducteur de son (1) est conçu pour émettre et recevoir des signaux sonores (2) du champ environnant,
- le générateur de signal (3) est conçu pour générer des signaux de mesure émis dans le champ environnant par le transducteur de son (1), et
- 25 - le dispositif est conçu avec l'unité d'exploitation (4) pour exécuter un procédé selon l'une des revendications 1 à 10.



1 / 5

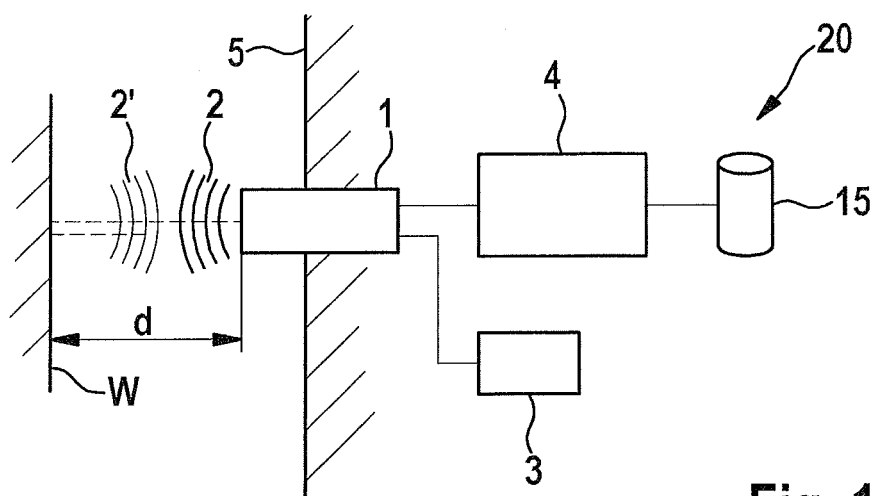


Fig. 1

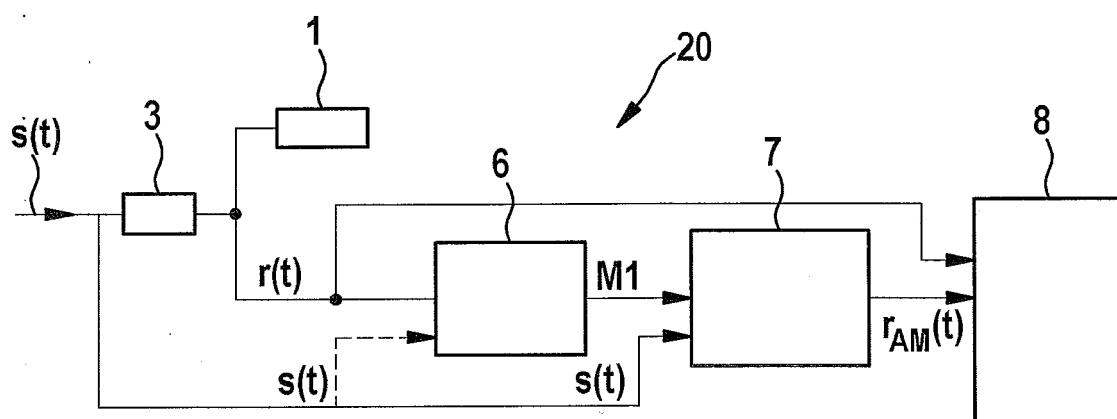


Fig. 2

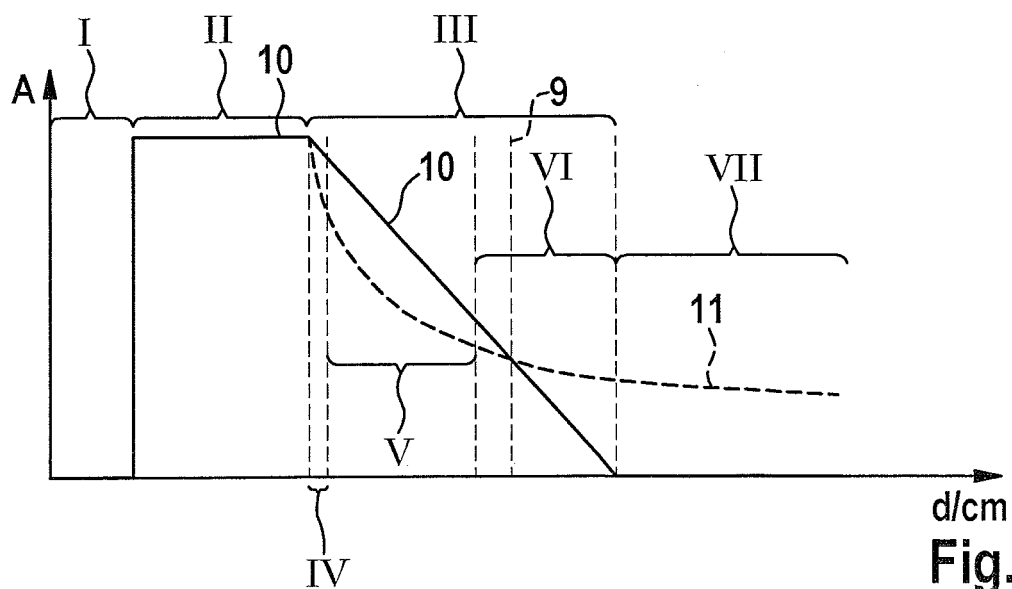


Fig. 3a

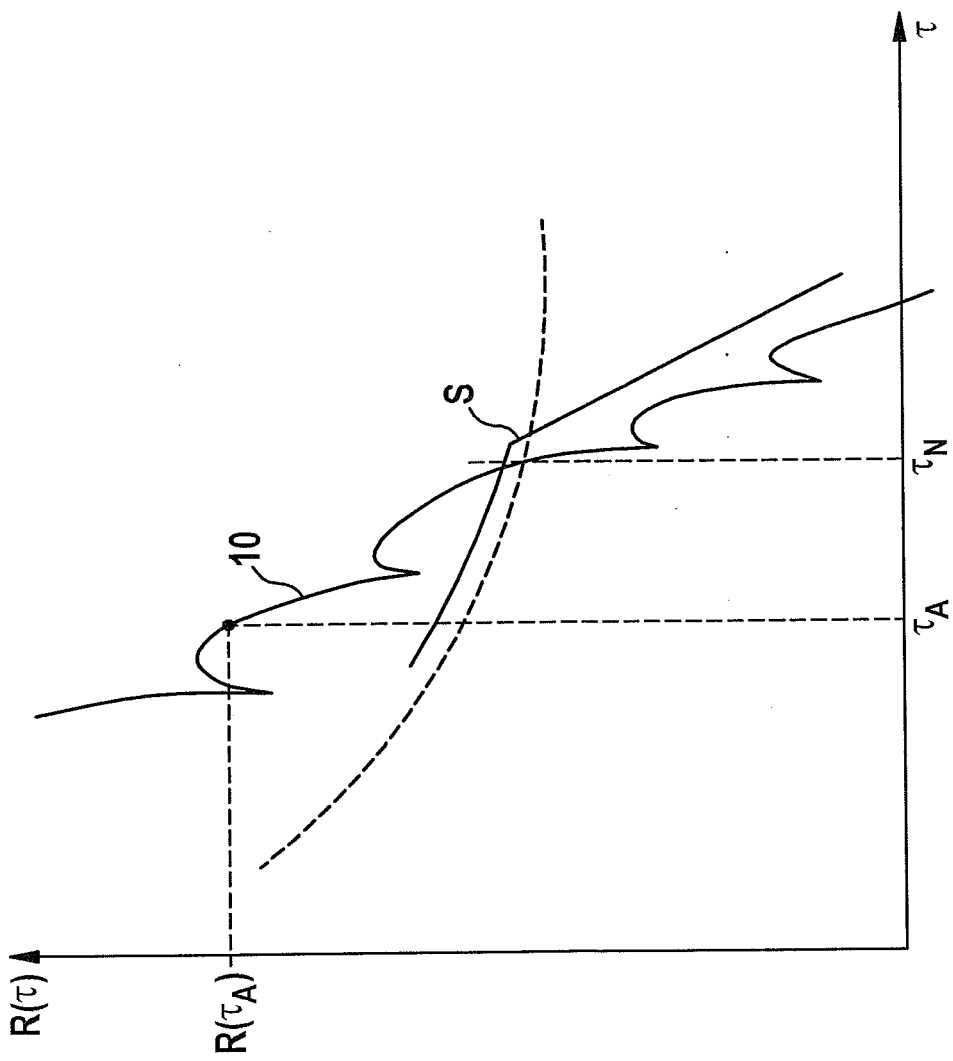


Fig. 3b

3/5

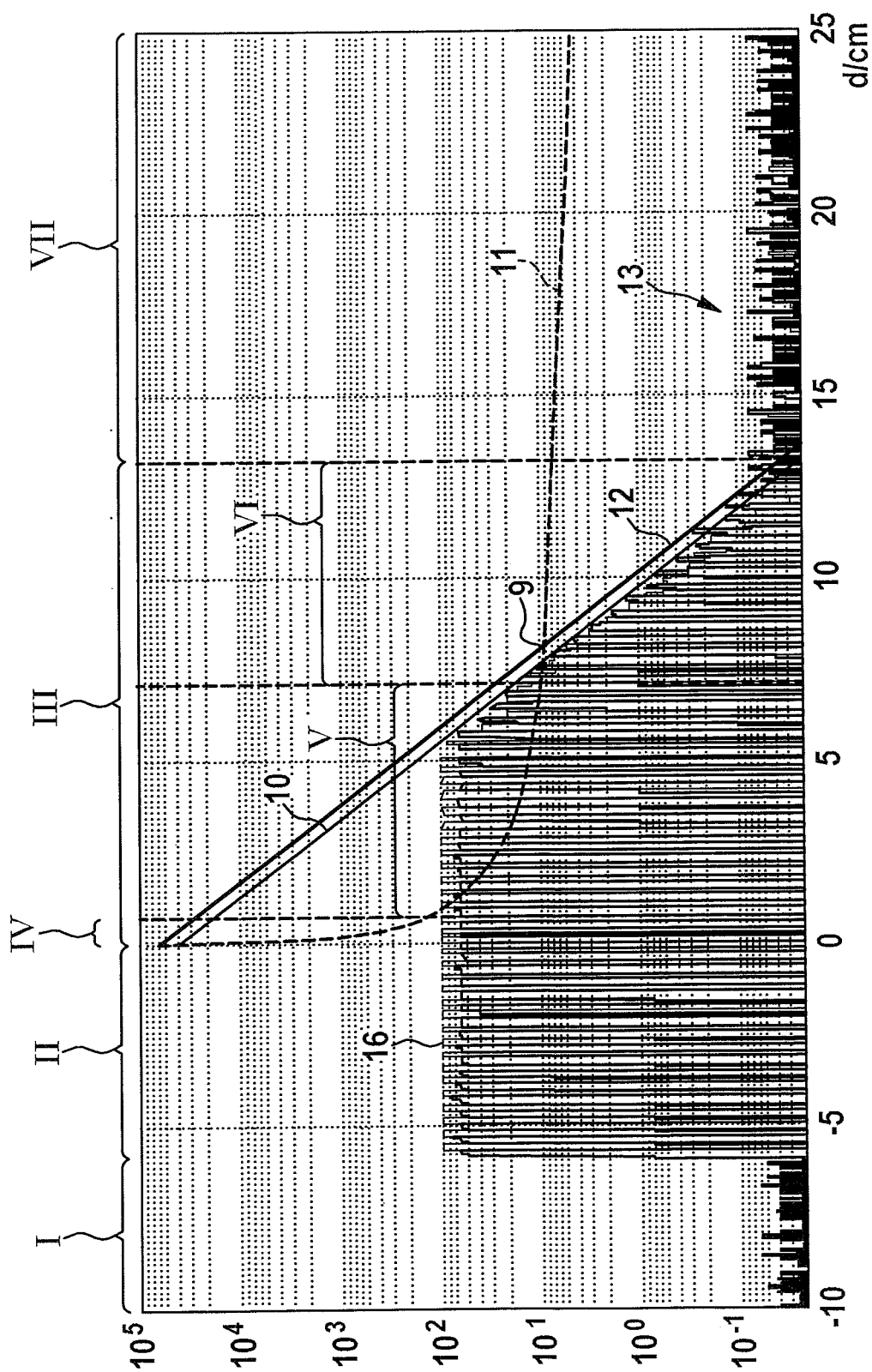


Fig. 4

4/5

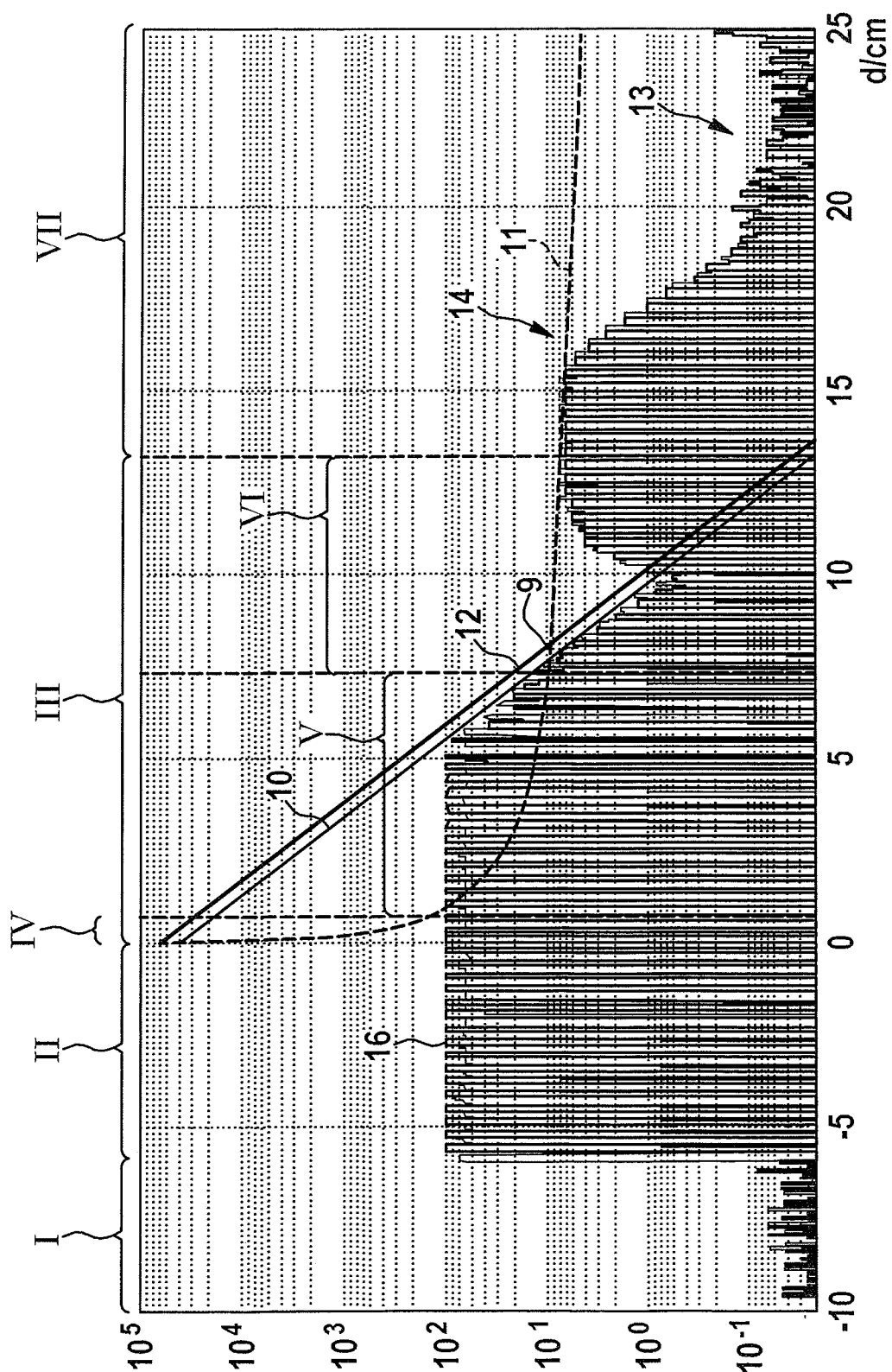


Fig. 5

5/5

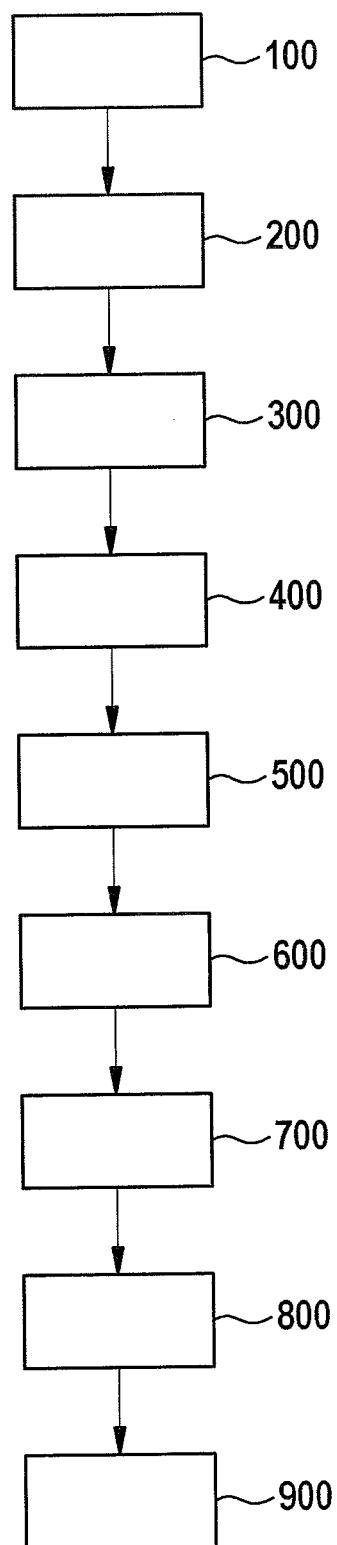


Fig. 6