

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **SYSTEME DE SIGNALLEMENT DE DEPASSEMENT D'UN SEUIL D'INTENSITE SONORE.**

②② **Date de dépôt :** 13.02.18.

③③ **Priorité :**

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux
apparentés :**

☐ **Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** *OBSERVATOIRE REGIONAL DU
BRUIT EN IDF Association loi de 1901 — FR.*

④③ **Date de mise à la disposition du public
de la demande :** 16.08.19 Bulletin 19/33.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention :** 22.05.20 Bulletin 20/21.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② **Inventeur(s) :** MIETLICKI CHRISTOPHE.

⑦③ **Titulaire(s) :** OBSERVATOIRE REGIONAL DU
BRUIT EN IDF Association loi de 1901.

⑦④ **Mandataire(s) :** IP TRUST.

FR 3 077 886 - B1



**SYSTEME DE SIGNALEMENT DE DEPASSEMENT
D'UN SEUIL D'INTENSITE SONORE**

Domaine de l'invention

5 La présente invention concerne le domaine de la surveillance et de la localisation de sources sonores et plus spécialement de nuisances sonores.

 Les nuisances sonores liées au transport, notamment celles qui affectent les riverains des voies de circulation, 10 constituent une préoccupation essentielle, le plus souvent associée aux contextes urbain et périurbain. Le diagnostic ou la prévision d'un environnement sonore nécessite une connaissance de l'émission des véhicules, dans des conditions de circulation réelles.

15 Le bruit subi est une source de stress et de dégradation de la santé occasionnant en zone urbaine ou industrielle de nombreuses plaintes des habitants, dont il convient de vérifier l'objectivité et la pertinence.

 Pour cela, on a développé différentes solutions 20 permettant d'objectiver l'intensité, la nature et la localisation des sources sonores mobiles ou fixes, afin d'en établir une cartographie qui peut être ensuite associées à des cartes topographiques ou à des enregistrements photographiques ou vidéo par exemple.

25 Le bruit étant souvent géographiquement associé aux transports et à l'industrie lourde, les cartes de bruit sont aussi une source d'indices de pollution ou de problèmes en matière de santé environnementale.

 La mesure est réalisée par un sonomètre destiné à 30 mesurer le niveau de pression acoustique et fournir un niveau exprimé en décibels en un point et à un moment donnés.

 Pour permettre une localisation de la source sonore par rapport au point de mesure, on utilise généralement un

réseau de microphones décalés spatialement, et un traitement informatique déterminant la direction d'arrivée d'une onde sonore par le calcul de ses temps de capture par chaque microphone pour en déduire le retard (τ) ou la différence des temps d'arrivée (TDOA) enregistrée entre deux microphones.

Le réseau de microphones constitue une antenne acoustique permettant la localisation et l'identification de sources bruyantes en champ proche ou lointain, ou encore la localisation d'objets enfouis, la surveillance de structures par émission acoustique, la détection acoustique d'avalanches, la détection sismique et la localisation sous-marine.

Les microphones de mesure sont par exemple constitués de quatre capsules omnidirectionnelles placée à la même distance des autres, formant une structure pyramidale. Cette configuration géométrique est à la base de la technique de triangulation qui permet de localiser très précisément chaque source, à la fois sur le plan horizontal et sur le plan vertical. Chacune des quatre capsules est fixée à l'extrémité de fins tubes, par exemple en laiton pour éviter la diffraction. Elles forment un tétraèdre constituant une configuration géométrique adaptée pour identifier à la fois la distance, l'azimut et l'élévation. Afin d'optimiser la précision spatiale, toutes les réponses des capsules sont analysées et comparées de manière récursive afin de trouver le meilleur couple et atteindre une résolution spatiale sous $\pm 2^\circ$ dans toutes les directions.

Etat de la technique

On connaît dans l'état de la technique la demande de brevet internationale WO 2005013643 décrivant un système de détermination d'une représentation d'un champ acoustique qui comporte :

- des moyens d'acquisition d'ondes acoustiques comportant une pluralité de capteurs élémentaires distribués dans l'espace, et délivrant chacun un signal de mesure; et

- des moyens de traitement par l'application, auxdits signaux de mesure, de combinaisons de filtrage représentatives de caractéristiques structurelles desdits moyens d'acquisition pour délivrer une pluralité de signaux
5 acoustiques associés chacun à une direction générale de restitution prédéterminée définie par rapport à un point donné de l'espace, l'ensemble desdits signaux acoustiques formant une représentation dudit champ acoustique.

Les capteurs élémentaires sont distribués dans
10 l'espace de manière sensiblement non régulière et en ce que lesdites combinaisons de filtrage sont représentatives de cette distribution.

On connaît aussi la demande de brevet internationale WO 2013150349 décrivant un procédé de
15 surveillance et de cartographie du bruit ambiant en temps réel avec sélection de source, ce procédé comprenant les étapes consistant à :

- identifier des sources dans la zone ;
- concevoir des emplacements pour les stations de
20 surveillance ;
- créer un centre de collecte et de traitement de données ;
- mesurer l'impact du bruit, et observer les sources avec les capteurs ;
- définir la propagation du bruit ;
- 25 - assembler les stations de surveillance comprenant un dispositif de mesure du niveau sonore, une unité de calcul et une unité de communication ;
- déterminer l'impact du bruit résultant régnant aux points de mesure respectifs ;
- 30 - déterminer les sources qui dominent aux moments individuels sur la base des données des capteurs ;
- déterminer l'impact du bruit moyen des sources respectives pendant une plus longue période ;
- obtenir un impact du bruit moyen ;

- étendre la mesure pour obtenir une carte d'impact du bruit ;
- calculer l'impact du bruit effectif de chaque source de bruit en tout point de la zone pour chaque période ;
- 5 - produire la carte d'impact du bruit effectif pour les périodes respectives.

On connaît encore la demande de brevet internationale WO 2015055244 concernant un procédé de génération dynamique d'une carte de bruit acoustique d'une zone industrielle à utiliser pour la protection d'opérateurs à l'intérieur de la zone contre une exposition à un bruit acoustique au-dessus d'un seuil de sécurité, le procédé comprenant la collecte de données de bruit acoustique en utilisant un réseau de capteurs acoustiques sans fil situé à l'intérieur de ladite zone, la génération d'une carte de bruit acoustique en utilisant les données de bruit collectées et un modèle numérique de la propagation de bruit acoustique à l'intérieur de la zone.

Le brevet européen EP 1108994 décrit un procédé et un dispositif pour estimer simultanément les directions respectives d'une pluralité de sources sonores et pour détecter les niveaux sonores individuels des sources sonores respectives en mouvement.

Ce dispositif de l'art antérieur comprend :

- 25 - un moyen d'extraction de forme d'onde destiné à agir sur les signaux de sortie de microphones respectifs produits à partir d'un réseau de M microphones, où M est un entier supérieur à un, afin d'extraire à partir de chacun desdits signaux de sortie de microphones, une partie de signal de microphone durant chacune des fenêtres temporelles respectives, et obtenir ainsi des ensembles successifs de M parties de signaux de microphones, lesdits ensembles correspondant à des fenêtres respectives parmi lesdites fenêtres temporelles,

- un moyen d'analyseur de fréquence destiné à appliquer une analyse de fréquence à chacun desdits ensembles de parties de signaux de microphones pour séparer chaque dite partie de signal de microphone en une pluralité de composantes
5 correspondant à des fréquences respectivement différentes d'un ensemble fixe de fréquences, et

- un moyen de traitement destiné à agir sur lesdites composantes correspondant à chaque dit ensemble de parties de signaux de M microphones afin d'obtenir, pour
10 chaque fréquence dudit ensemble fixe de fréquences, et des données exprimant une direction estimée de ladite source sonore par rapport à une position dans ledit réseau de microphones,

afin d'obtenir ainsi des directions estimées
15 successives de ladite source sonore correspondant à des fenêtres respectives parmi lesdites fenêtres temporelles.

Le brevet européen EP 1273927 décrit une méthode de surveillance de bruit environnemental qui comprend les étapes suivantes:

20 - Utiliser trois (ou plus) transducteurs de niveau sonore espacés les uns des autres dans un environnement contenant une où plusieurs sources sonores, pour relever des sons venant de toutes directions,

- Transformer les sons en signaux électriques,
25 - Echantillonner les signaux électriques,
- Former des paires de signaux échantillonnés, chaque paire représentant des signaux échantillonnés en provenance de deux des trois (ou plus) transducteurs,

- Réaliser des calculs de corrélation afin de
30 générer une fonction de corrélation pour chaque paire de signaux échantillonnés,

- Identifier les maxima locaux pour chaque fonction de corrélation,

- Déterminer les deux angles d'arrivée possibles relatifs au système directionnel fixe pour chaque maximum identifié,

5 - Déterminer les lots d'angles d'arrivée possibles pour chaque paire de transducteurs,

- Trouver des "coïncidences" dans différent lots par lesquels le même angle d'arrivée paraît dans un lot de chaque fonction de corrélation, ceci selon un facteur de tolérance prédéterminé,

10 - Pour chaque "coïncidence", déterminer le niveau de pression sonore de la source correspondante basé sur la moyenne des valeurs des fonctions de corrélation aux maxima locaux, et

15 - Trier ces "coïncidences" du plus important niveau de pression sonore au moins important niveau de pression sonore,

- Enlever toutes "coïncidences" qui contiennent un lot déjà contenu dans une "coïncidence" avec un niveau de pression sonore plus important, et

20 - Considérer les "coïncidences" qui restent comme représentatifs des sources de bruit qui sont présentes dans la période d'échantillonnage des signaux échantillonnés avec un seul niveau de pression sonore et angle d'arrivée.

25 Le brevet européen EP 1811346 décrit un dispositif de localisation de sources acoustiques et de mesure de leur intensité, comprenant

30 - une antenne comportant au moins deux sous-antennes chaque sous-antenne comportant au moins deux branches disposées en croix ou en étoile, chaque branche étant équipée d'une pluralité de microphones, et

- un système de traitement des signaux issus des microphones. Ce dispositif de l'art antérieur est agencé pour établir, pour une fréquence supérieure à une valeur déterminée f_c , un hologramme des sources acoustiques, c'est-à-dire une
35 répartition des pressions ou intensités acoustiques en

différents points de calculs d'une même surface, en réalisant, pour chaque point de calcul de l'hologramme, la somme des pressions acoustiques mesurées par les microphones d'une même sous-antenne en tenant compte du retard des pressions acoustiques correspondant au temps de parcours entre le point de calcul et un microphone, le dispositif étant caractérisé en ce que pour chaque point de calcul de l'hologramme, les valeurs de pressions obtenues par addition des pressions acoustiques mesurées par les microphones des différentes sous-antennes sont multipliées entre elles.

Inconvénients de l'art antérieur

Les solutions de l'art antérieur présentent différents inconvénients.

Certaines des solutions proposent de construire une carte sonore dans un premier temps, pour permettre une exploitation ensuite, par exemple pour constater a posteriori une source sonore dont l'intensité sonore dépasse une valeur seuil.

D'autres solutions fournissent une information représentative du niveau de bruit perçu au point de mesure, et non pas au niveau de la source de nuisance. Ces solutions ne permettent pas de caractériser le niveau d'émission d'une source donnée, car le niveau sonore perçu par le sonomètre correspond à l'intégration de la totalité des sons émis par les sources sonores multiples.

Solution apportée par l'invention

Afin de répondre à ces inconvénients, la présente invention concerne un système de signalement de dépassement d'un seuil d'intensité sonore d'une source comprenant une antenne acoustique, au moins un capteur d'images et un circuit électronique réalisant un traitement de localisation d'au moins une source sonore à partir des signaux délivrés par ladite antenne acoustique, caractérisé en ce que ledit circuit

pilote l'orientation et/ou le déclenchement de l'enregistrement horodaté des images fournies par ledit capteur sonore.

5

Selon des variantes de réalisation, le système comporte une ou plusieurs des caractéristiques techniques additionnelles, prises seules ou en combinaison :

10 - ladite antenne acoustique est constituée par un groupe de microphones formant un tétraèdre

- le système comporte une caméra dissociée du groupe de microphones

- il comporte une source lumineuse déclenchée par le dépassement d'un seuil sonore

15 - ledit groupe de microphones et ladite caméra sont montés sur une plateforme mobile, dont le déplacement est commandé par les coordonnées d'une source sonore déterminées par le traitement des signaux acoustiques numérisés

20 - ledit groupe de microphones et ladite caméra sont montés sur une plateforme mobile, dont le déplacement est commandé par les coordonnées d'une source sonore déterminées par le traitement des signaux acoustiques numérisés

25 - lesdits signaux acoustiques numérisés font l'objet d'un traitement pour éliminer les bruits parasites tels que les bruits des moteurs ou les bruits aérauliques

- ladite antenne sonore est constituée de quatre microphones formant un tétraèdre, et un circuit de traitement des signaux électriques pour calculer une information représentative de la direction de la source sonore par rapport à ladite antenne, ladite antenne acoustique comprenant en outre au moins un moyen d'imagerie dont l'axe optique est confondu avec le centre géométrique de ladite antenne

30 - ladite antenne acoustique présente un lobe de directivité dont l'axe principal correspond à l'axe optique dudit moyen d'imagerie

35

- Le système comporte des moyens pour commander l'enregistrement d'une séquence de séries de données numériques horodatées comprenant, pour chaque série, une donnée numérique d'horodatage, des données correspondant à l'intensité sonore mesurée par ladite antenne acoustique, la position angulaire de la source sonore, et l'image acquise par le moyen d'imagerie.

- le système comporte un moyen de télécommunication pour la transmission desdites séquences de données après la sortie d'une source sonore d'intensité supérieure à la valeur seuil du champ de détection.

L'invention concerne aussi un système de signalement de dépassement d'un seuil d'intensité sonore d'une source selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de télécommunication pour la transmission desdites séquences de données après la sortie d'une source sonore d'intensité supérieure à la valeur seuil du champ de détection.

Description détaillée d'un exemple non limitatif de l'invention

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un exemple non limitatif de l'invention qui suit, se référant aux dessins annexés où :

- la figure 1 représente une vue schématique d'un système selon l'invention
- la figure 2 représente une vue en perspective d'une antenne sonore selon l'invention
- la figure 3 représente une vue en perspective d'un support de microphone
- les figures 4 et 5 représentent des vues en perspective de trois quart avant et de trois quart arrière de la coiffe de microphone

- la figure 6 représente une vue schématique d'un écran d'affichage
- la figure 7 représente le schéma de principe d'un circuit électronique pour la mise en œuvre de l'invention.

5 Représentation schématique du système

Le système de localisation de nuisances sonores selon l'invention est constitué par une antenne sonore (100) formé par un groupe de microphones (110, 120, 130, 140) formant un tétraèdre.

10 Le support des microphones (110, 120, 130, 140) comprend une caméra (200) disposée au centre géométrique du tétraèdre précité.

Les signaux sonores captés par le groupe de microphones (110, 120, 130, 140) sont numérisés et traités par
15 un circuit électronique pour déterminer les coordonnées de l'origine des événements sonores détectés.

En cas de dépassement du seuil sonore, un traitement commande l'orientation de la caméra (200) dans une direction calculée en fonction de la trajectoire de la source
20 sonore identifiée et l'enregistrement d'une séquence vidéo corrélée à l'enregistrement sonore.

La trajectoire de la source est calculée en fonction de l'évolution des coordonnées de la source de l'événement sonore le plus intense d'une part, et d'un modèle
25 préenregistré des trajectoires possibles. L'orientation initiale est déterminée en fonction du point d'entrée de la source sonore dans la zone surveillée, puis commandée en fonction de l'évolution des coordonnées de la source sonore.

La caméra (200) disposée au centre du groupe de
30 microphones (110, 120, 130, 140) peut être complétée par une caméra additionnelle (300) fixe ou orientable, pour l'enregistrement d'une séquence vidéo de la zone surveillée, de manière corrélée avec l'enregistrement sonore.

Optionnellement, la détection d'un dépassement de seuil d'intensité sonore commande l'activation d'une source lumineuse (680) éclairant la zone surveillée.

Architecture générale de l'antenne sonore

5 L'antenne selon l'exemple de réalisation décrit est constituée par un noyau rigide (1) formé par une sphère métallique présentant une douille d'accouplement (2) pour le raccordement à une tige (3) de support.

10 Ce noyau rigide (1) est prolongé par quatre bras (10, 20, 30, 40) dirigées vers le bas, définissant un tétraèdre où quatre sommets portent un microphone supporté par un support respectivement (11, 21, 31, 41).

Le bras central (40) est dirigé vers le bas, selon une direction sensiblement verticale. Les trois autres bras 15 (10, 20, 30) sont également dirigés vers le bas et forment avec l'axe vertical un angle d'environ 109°.

Le bras central (40) présente une platine (45) pour le montage d'un capteur optique (46). La position du centre optique du capteur optique (46) est confondue avec le centre 20 géométrique du tétraèdre.

Par « confondu » on entend au sens du présent brevet, le fait que le décalage entre le centre optique et le centre géométrique n'excède pas 10% de la longueur d'un bras (10, 20, 30, 40). Le but est de réduire au maximum les erreurs 25 de parallaxe entre l'image sonore et l'image optique.

Chaque tête de capture sonore est constituée par un support (11, 21, 31, 41) dans lequel vient se loger un microphone MEMS (acronyme de « Micro Electro Mechanical System »).

30 Structure d'une tête de capture sonore

Chaque tête de capture sonore est constituée par un microphone MEMS logé dans un ensemble en polyimide (polymère à base d'imide), par exemple du Kapton (nom commercial) formé

par un support (11, 21, 31, 41) et une coiffe (12, 22, 32, 42).

Les processus de fabrication par gravure chimique et lithographie utilisés pour les microphones MEMS permettent
5 un meilleur contrôle qualité que ceux utilisés pour les microphones à électret.

La rigidité et la précision de fabrication des membranes MEMS permettent de réduire significativement la distance entre la membrane et la plaque arrière ; le
10 microphone peut ainsi fonctionner avec une charge très efficace de 10 volts, maintenue par une pompe de charge unique au lieu du matériau d'électret à haute capacité.

Le microphone MEMS se présente sous la forme d'un composant de forme parallélépipédique.

15 Description détaillée du support

Le support de microphone (11, 21, 31, 41) est réalisé par moulage d'un polymère, de préférence du Kapton (nom commercial), pour former une pièce présentant une embase parallélépipédique (50), de section carrée, dont l'extrémité
20 distale présente un logement (51) de section complémentaire à la section transversale du microphone.

Le support de microphone (11, 21, 31, 41) comprend aussi une jupe annulaire (53) prolongée par un raccord proximal (54) pour la liaison avec un bras (10, 20, 30, 40).

25 La jupe (53) présente une forme tronconique, avec, à son extrémité distale, une section intérieure supérieure à la section extérieure de l'embase (50). L'embase (50) se prolonge en avant de la jupe (53).

Une nervure (54) est prévue pour permettre le
30 passage des fils de branchement du microphone MEMS.

Description de la coiffe

Les figures 3 et 4 représentent des vues de la coiffe (21, 22, 32, 42). Elle présente une forme générale

cylindrique évasée, avec une section distale supérieure à la section proximale.

La partie avant (60) présente un canal longitudinal tronconique (61) de section circulaire débouchant dans un trou
5 (62) correspondant à l'évent du microphone.

La partie arrière (63) présente un canal longitudinal de section carrée (64), complémentaire à la section extérieure de l'embase (50) du support de microphone.

La coiffe est glissée sur l'embase (50) après
10 positionnement du microphone, pour former un ensemble protégeant le microphone des intempéries et permettant une liaison avec la tige (10, 20, 30, 40).

Exploitation des signaux produits par l'antenne sonore

L'exploitation des signaux délivrés par les quatre
15 microphones est réalisée de manière connue.

A titre d'exemple, les traitements se basent sur l'estimation des décalages temporels entre les signaux sonores reçus par des paires de microphones (TDOA, pour « Time Difference Of Arrivai », c'est-à-dire « différence de temps
20 d'arrivée »). Ces estimations sont utilisées, avec la connaissance des positions des microphones, pour calculer des courbes hyperboliques, dont l'intersection donne la position de la source. Les décalages temporels peuvent notamment être estimés par la méthode dite PHAT-GCC (pour « PHase Transform -
25 Generalized Cross-Correlation », ou « transformation de phase - intercorrélacion généralisée ») qui exploite le calcul d'une intercorrélacion - ou corrélation croisée - entre signaux préalablement « blanchi » par filtrage. La méthode PHAT-GCC est décrite plus en détail dans l'article de Ch. H. Knapp et
30 G. C. Carter « The Generalized Corrélation Method for Estimation of Time Delay », IEEE Transaction on Acoustics, Speech and Signal Processing, Vol. ASSP-24, No. 4, août 1976 pp. 320 - 327.

Le traitement peut aussi combiner la synthèse d'un faisceau acoustique orientable et l'intercorrélacion généralisée avec transformation de phase. Cette méthode est dénommée SRP-PHAT (pour « Steered Response Power - PHase Transform » ou « puissance de réponse dirigée - transformation de phase »).

Représentation de la carte sonore

Les informations résultant de l'analyse des signaux générés par l'antenne sonore sont représentée sous forme d'objets graphique superposée à l'image acquise par le capteur optique (46), par exemple sous forme de séquence animée ou d'une carte fixe d'accumulation des intensités sonores.

La représentation graphique comporte l'image (510) captée par la caméra (200, 300), sur laquelle est affichée en surimpression un symbole graphique (500) dont la position par rapport à l'image (510) est déterminée par le calcul de direction de la source sonore. Cette représentation est complétée par un affichage du niveau sonore (520), ainsi optionnellement d'information complémentaire telle que l'horodatage de la séquence.

Les objets graphiques (500) sont par exemple des zones géométriques superposées à l'image, dont la couleur est calculée en fonction de l'intensité instantanée ou cumulée, et la taille est représentative de l'étalement spatial de la source sonore.

Traitement des données sonores

Les signaux transmis par les microphones sont numérisés pour permettre l'exécution d'un programme informatique de calcul des décalages temporels de type PHAT-GCC. Ce traitement fournit l'angle entre un axe de référence passant par le centre géométrique des quatre microphones et la ou les sources, ainsi que l'intensité sonore mesurée de chacune de ces sources.

Les données délivrées par le circuit de traitement des signaux générés par les microphones sont enregistrées dans une mémoire permanente ou tampon sous la forme de paquets dont la trame comprend pour chaque source identifiée :

- 5 - une information numérique représentative de la direction angulaire de la source par rapport au centre géométrique de l'antenne sonore
- une information numérique représentative de l'intensité sonore de la source
- 10 - l'horodatage de l'acquisition
- un identifiant unique.

Ces données sont transmises à un serveur, ainsi que les images horodatées captées par la caméra (46), pour permettre une exploitation telle que la réalisation d'une
15 représentation cartographique ou la production d'alerte.

Equipement embarqué sur un vecteur

Une variante particulière de réalisation concerne une plateforme mobile, par exemple un dirigeable

Description du schéma de principe d'un circuit de traitement

20 Le circuit de traitement comporte des entrées (610 à 613) pour recevoir les signaux électriques provenant des microphones (110, 120, 130, 140). Ces signaux font l'objet d'un prétraitement par une carte (620), assurant la préamplification, la numérisation et le filtrage de chacun des
25 signaux. Les signaux ainsi prétraités sont exploités par un calculateur (630) calculant :

- le niveau sonore de la source sonore la plus intense
- la répartition spectrale de la source sonore la plus intense
- 30 • la direction de la source sonore la plus intense
- la vitesse de déplacement de la source sonore la plus intense.

Un circuit (640) réalise un traitement de détection d'évènements à partir des données fournies par le calculateur (630) par une combinaison logique de critères portant sur ces données, ou éventuellement un réseau de neurones.

Ces évènements sont par exemple :

- le passage d'un véhicule à deux roues particulièrement bruyant
- le passage d'un camion ou d'un véhicule équipé d'une sirène,
- le passage d'un véhicule d'entretien ou de voirie ...

La détection d'un événement déclenche par ailleurs une action telle que l'enregistrement vidéo des images fournies par les capteurs (200, 300), les données provenant du calculateur (630) et la qualification des évènements ainsi que la date et l'heure, et optionnellement l'enregistrement des fichiers sonores, par un enregistreur (660).

Le circuit comporte en outre un modèle prédictif (650) estimant l'évolution de la position de la source pour optimiser la captation d'une image de référence fixe, par exemple une image de la plaque d'immatriculation par l'une des caméras (200, 300), associée éventuellement à une source lumineuse (670).

Le système peut également être complété par un cinémomètres pour la détermination de la vitesse du support de la source mobile, par exemple par un radar doppler ou par télémétrie du train d'onde réfléchi couplée à une mesure du temps.

Optionnellement, le système commande l'orientation d'une caméra et/ou le déclenchement d'une alarme en fonction de la détection de bruit anormaux, vers une centrale de surveillance.

Revendications

1. - Système de signalement de dépassement d'un seuil d'intensité sonore d'une source comprenant une antenne acoustique, au moins un capteur d'images et un circuit électronique réalisant un traitement de localisation d'au moins une source sonore à partir des signaux délivrés par ladite antenne acoustique (100), caractérisé en ce que ledit circuit pilote l'orientation et/ou le déclenchement de l'enregistrement horodaté des images fournies par ledit capteur sonore, ladite antenne acoustique (100) étant constituée par un groupe de microphones (110, 120, 130, 140) formant un tétraèdre.

2. - Système de signalement de dépassement d'un seuil d'intensité sonore selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte une caméra (300) dissociée du groupe de microphones (110, 120, 130, 140).

3. - Système de signalement de dépassement d'un seuil d'intensité sonore selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte une source lumineuse déclenchée par le dépassement d'un seuil sonore.

4. - Système de signalement de dépassement d'un seuil d'intensité sonore selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit groupe de microphones (110, 120, 130, 140) et ladite caméra (200) sont montés sur une plateforme mobile, dont le déplacement est commandé par les coordonnées d'une source sonore déterminées par le traitement des signaux acoustiques numérisés.

5. - Système de signalement de dépassement d'un seuil d'intensité sonore d'une source selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite antenne sonore est constituée de quatre microphones formant un tétraèdre, et un circuit de traitement des signaux électriques pour calculer une information

représentative de la direction de la source sonore par rapport à ladite antenne, ladite antenne acoustique en forme de tétraèdre comprenant en outre au moins un moyen d'imagerie dont l'axe optique est confondu avec le centre géométrique de ladite antenne.

6. - Système de signalement de dépassement d'un seuil d'intensité sonore d'une source selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite antenne acoustique présente un lobe de directivité dont l'axe principal correspond à l'axe optique dudit moyen d'imagerie.

7. - Système de signalement de dépassement d'un seuil d'intensité sonore d'une source selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour commander l'enregistrement d'une séquence de séries de données numériques horodatées comprenant, pour chaque série, une donnée numérique d'horodatage, des données correspondant à l'intensité sonore mesurée par ladite antenne acoustique, la position angulaire de la source sonore, et l'image acquise par le moyen d'imagerie.

8. - Système de signalement de dépassement d'un seuil d'intensité sonore d'une source selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de télécommunication pour la transmission desdites séquences de données après la sortie d'une source sonore d'intensité supérieure à la valeur seuil du champ de détection.

Fig. 1

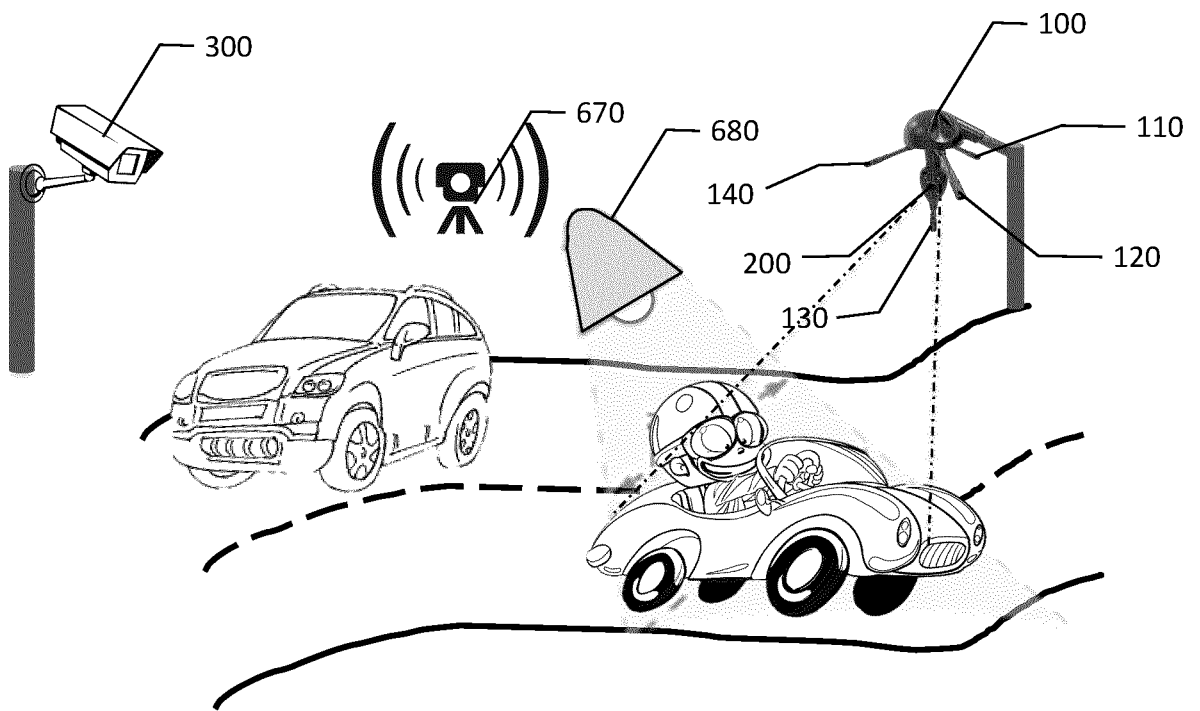


Fig. 2

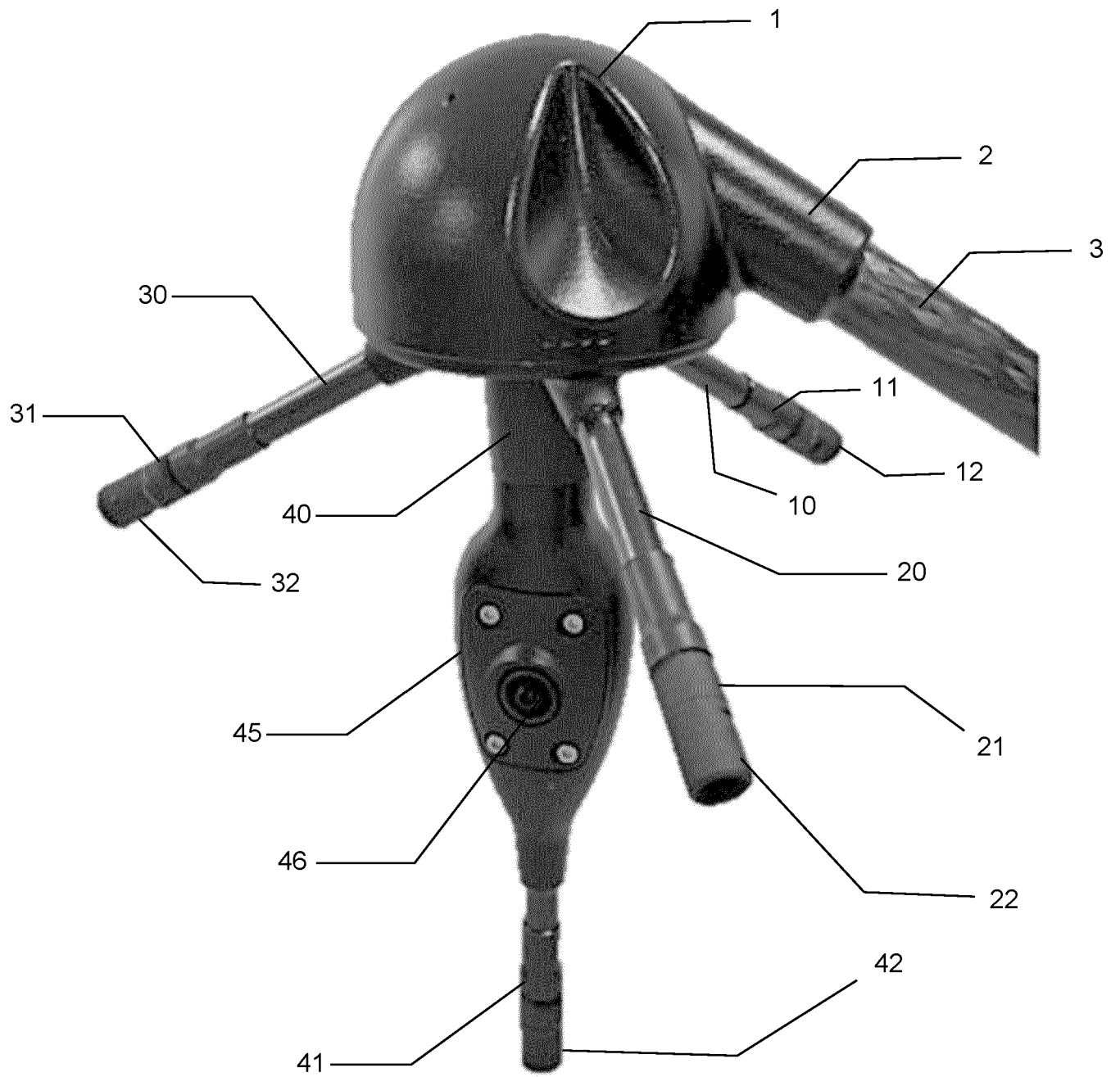


Fig. 3

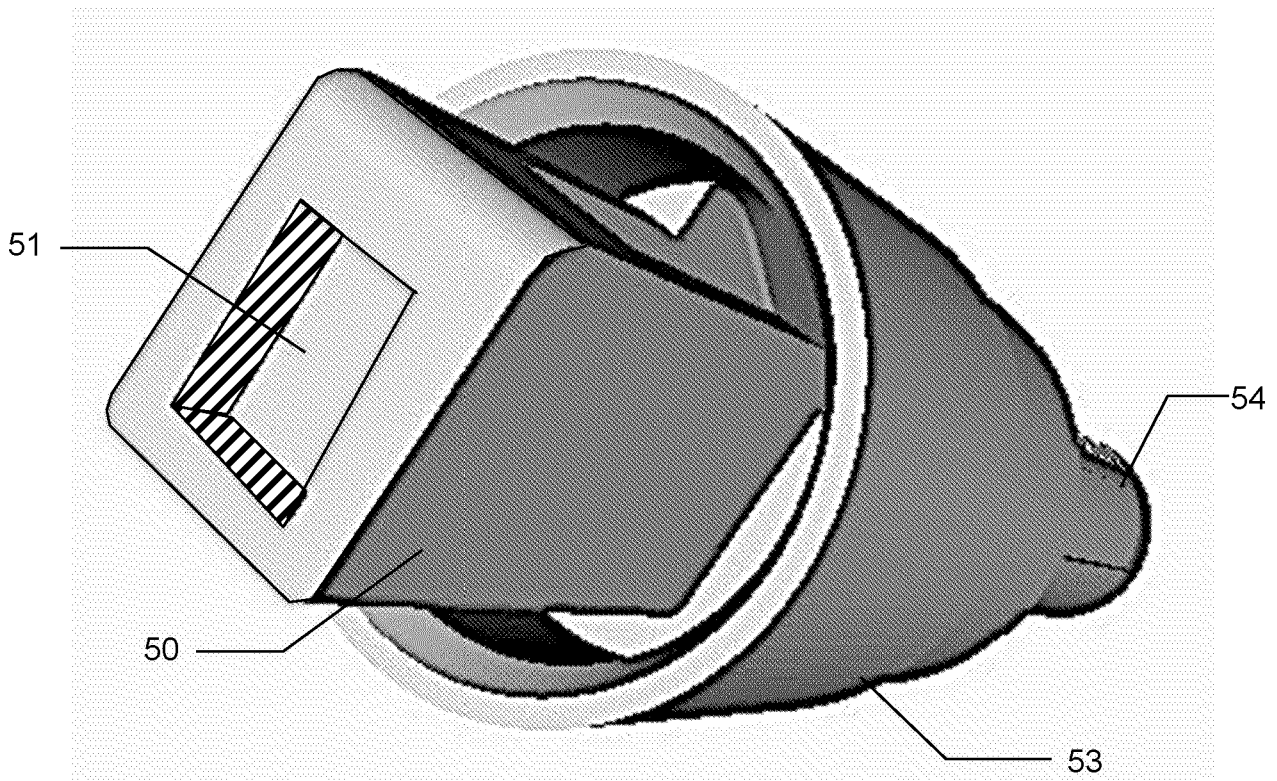


Fig. 4

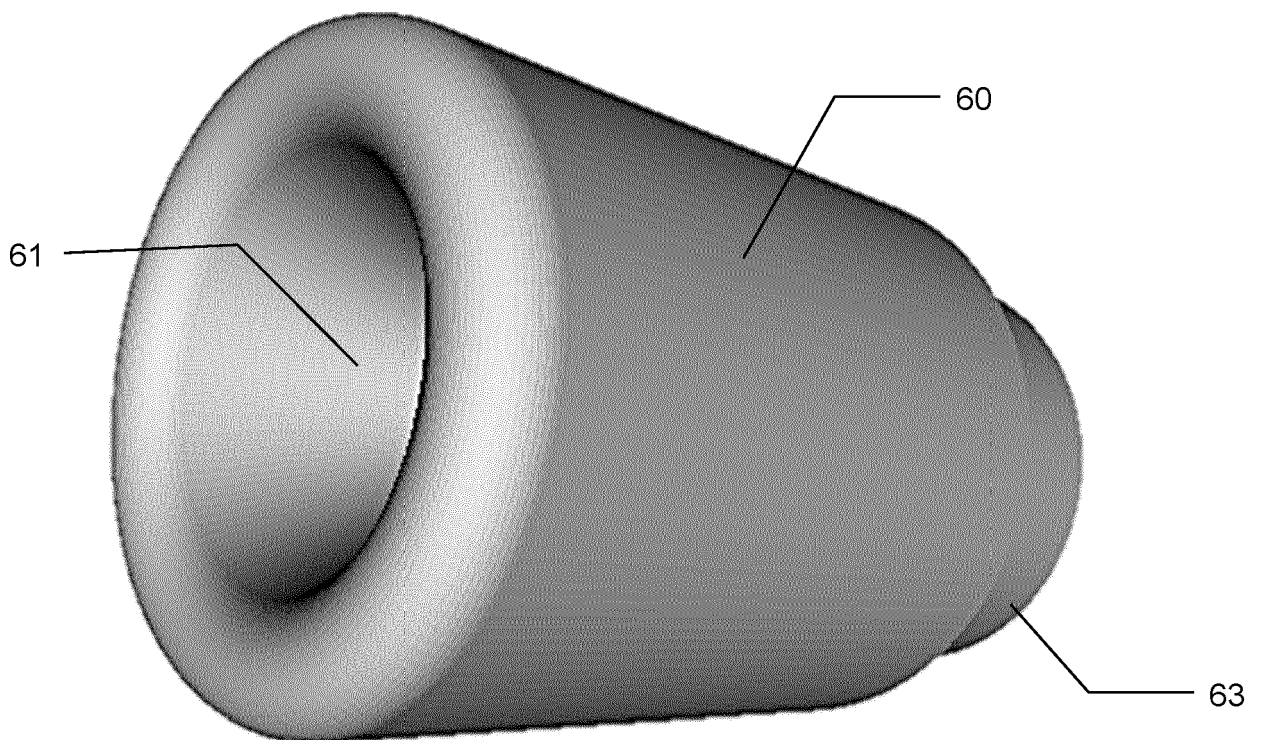


Fig. 5

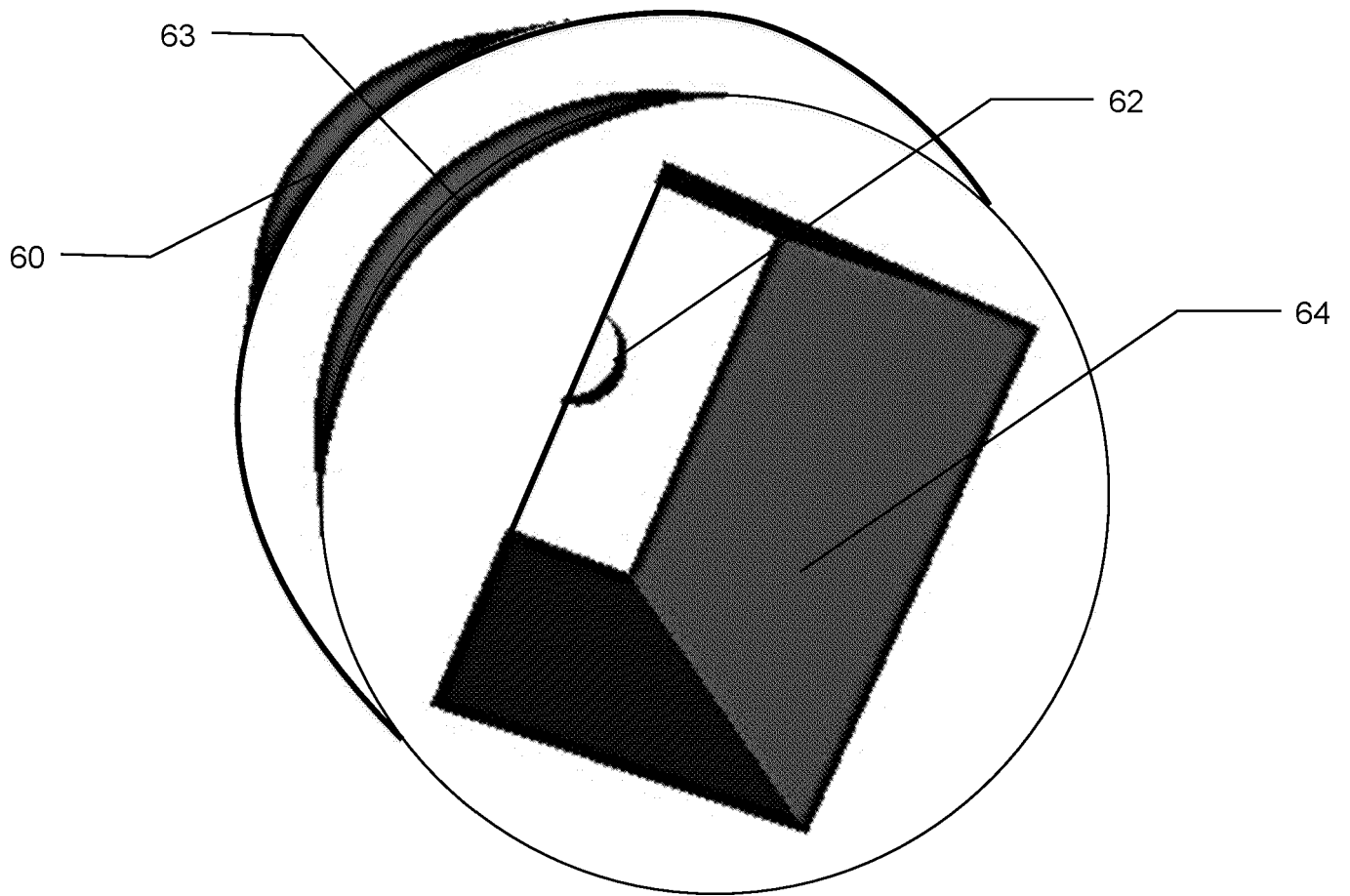


Fig. 6

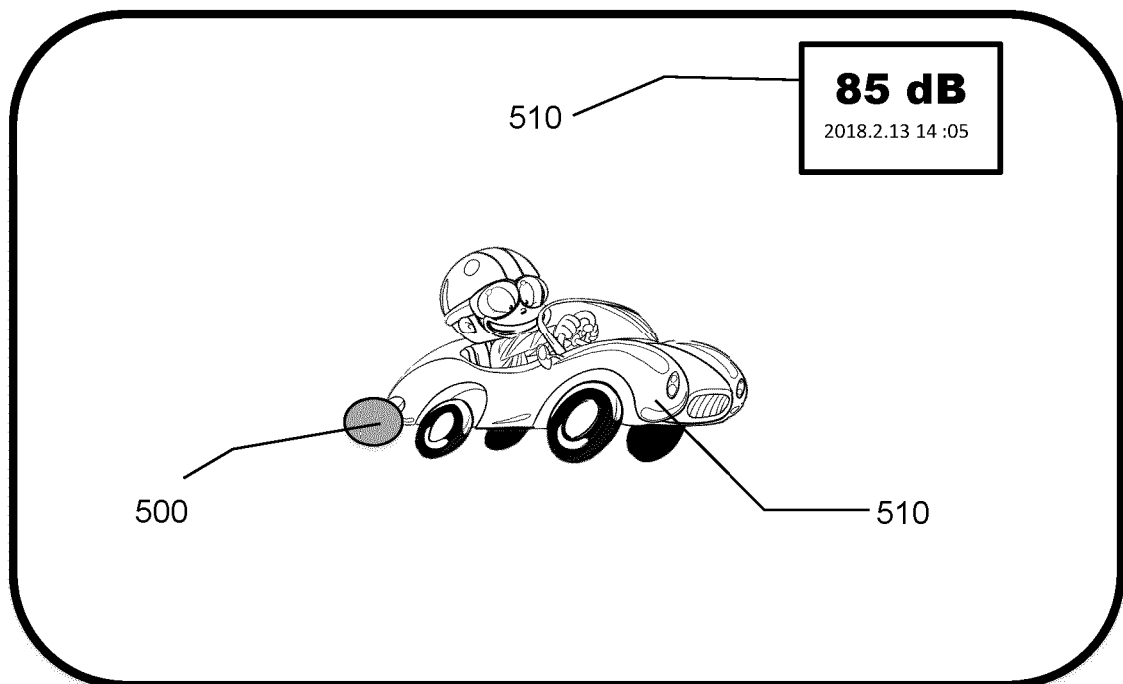
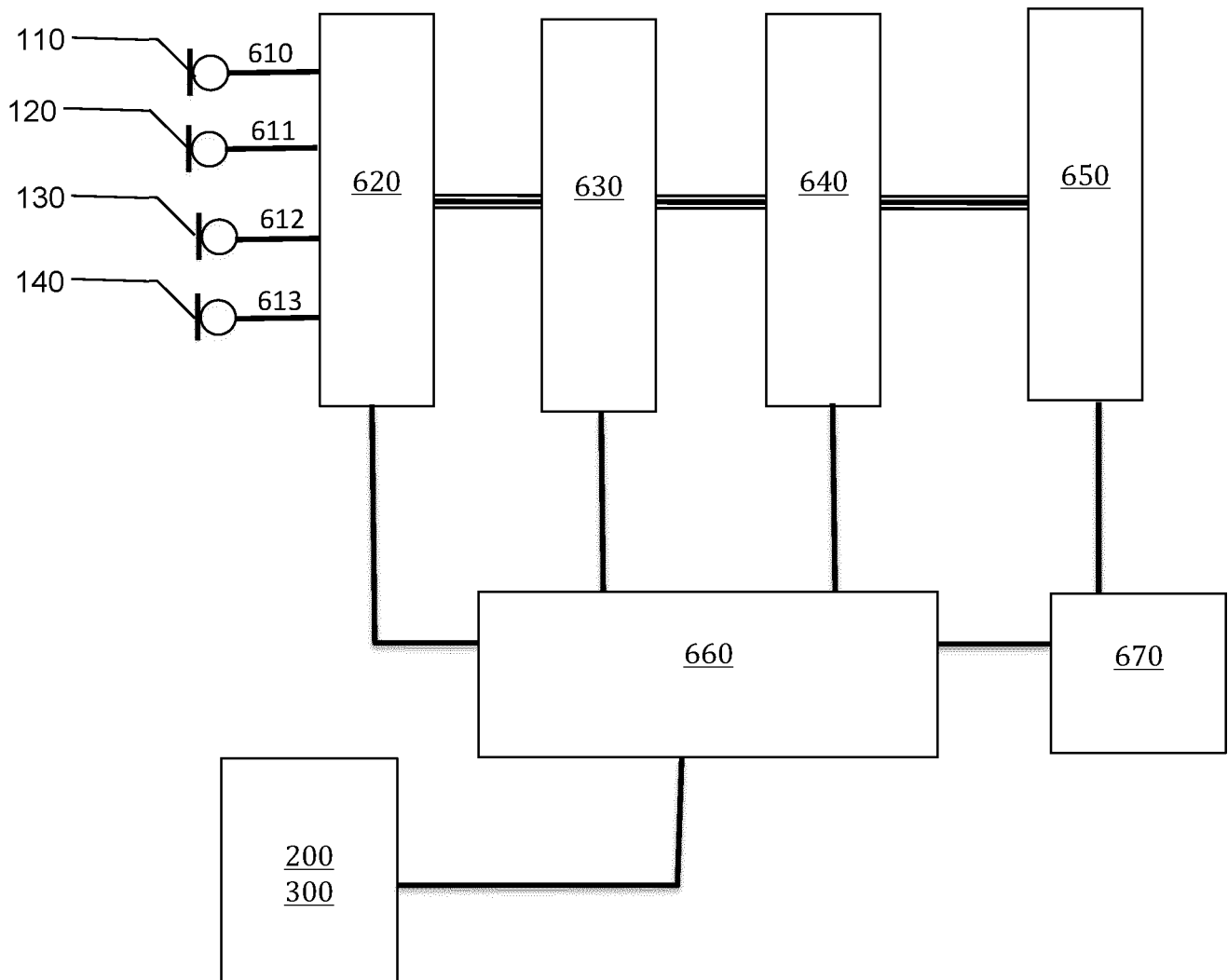


Fig. 7



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

WO 2013/015461 A1 (LG ELECTRONICS INC
[KR]; LEE BYOUNGGI [KR]; LEE HEUNGKYU
[KR]; JEON HY)
31 janvier 2013 (2013-01-31)

WO 99/60788 A1 (PICTURETEL CORP [US])
25 novembre 1999 (1999-11-25)

US 5 638 298 A (EDWARDS DAVID G [GB])
10 juin 1997 (1997-06-10)

US 2017/019744 A1 (MATSUMOTO HIROYUKI [JP]
ET AL) 19 janvier 2017 (2017-01-19)

JP 2008 224259 A (CHUBU ELECTRIC POWER;
KUMAGAI GUMI CO LTD; YAMASHITA TAKAHIRO)
25 septembre 2008 (2008-09-25)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT