(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication : **0 493 141 A1**

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **91403028.3**

(51) Int. Cl.^{5} : **G08G 1/16**

(22) Date de dépôt : **12.11.91**

(30) Priorité : **13.11.90 FR 9014040**

(43) Date de publication de la demande :
01.07.92 Bulletin 92/27

(84) Etats contractants désignés :
BE DE ES FR IT NL

(71) Demandeur : **THOMSON-CSF**
51, Esplanade du Général de Gaulle
F-92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeur : **Le Parquier, Guy**
THOMSON-CSF, SCPI, Cédex 67
F-92045 Paris la Défense (FR)
Inventeur : **Resibois, Michel**
THOMSON-CSF, SCPI, Cédex 67
F-92045 Paris la Défense (FR)

(74) Mandataire : **Benoit, Monique et al**
THOMSON-CSF SCPI
F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67 (FR)

(54) Dispositif hyperfréquence de prévention de collisions entre véhicules, et procédé de transmission de données correspondant.

(57) La présente invention concerne un dispositif électronique de communication automatique entre automobiles, assurant l'envoi automatique de signaux permettant notamment d'avertir le conducteur d'un danger potentiel, et d'éviter les collisions.

Le procédé de transmission d'informations entre mobiles, tels que des véhicules automobiles, consiste à équiper chaque véhicule d'un émetteur et d'un récepteur d'informations distincts communiquant par diffusion hertzienne, l'émetteur d'un premier véhicule diffusant aux récepteurs d'autres véhicules situés dans son entourage des informations codées relatives à des actions dudit premier véhicule, chaque récepteur comprenant des moyens de transcodage desdites informations codées à destination du conducteur du véhicule correspondant. Les informations sont transmises sous forme d'une onde porteuse modulée en fréquence à une fréquence de modulation fonction d'une fréquence FM spécifique de l'information à transmettre. Selon l'invention, une information est plus précisément transmise en hyperfréquence sous forme de deux impulsions, l'une vers l'avant du véhicule avec une fréquence de modulation FMAV, l'autre vers l'arrière du véhicule avec une fréquence de modulation FMAR, les deux fréquences FMAV et FMAR étant différentes et fonctions de la fréquence de modulation spécifique FM.

Ce procédé de transmission permet aux récepteurs de l'entourage de distinguer une information provenant d'un mobile allant dans le même sens qu'eux, d'une information provenant d'un mobile venant en sens inverse.

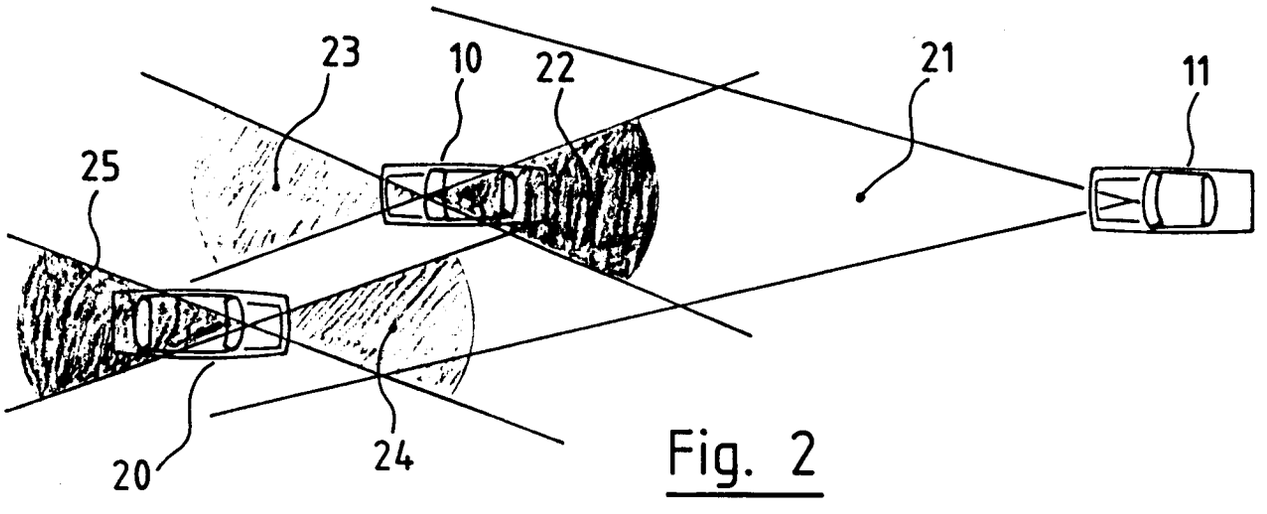

Fig. 2

EP 0 493 141 A1

Le domaine de l'invention est celui des accessoires de conduite pour véhicules automobiles. Plus précisément, la présente invention concerne un dispositif électronique de communication automatique entre automobiles, assurant l'envoi automatique de signaux permettant notamment d'avertir le conducteur d'un danger potentiel, et d'éviter les collisions.

Le besoin en dispositifs d'anticollision pour véhicules routiers, notamment pour automobiles, camions et autocars, augmente avec le nombre de véhicules toujours croissant. Ce besoin se manifeste par exemple à travers les constructeurs automobiles qui ont mis au point des programmes d'amélioration de la sécurité routière et d'aide à la conduite. On connaît ainsi notamment les programmes PROMETHEUS et DRIVE regroupant les grands constructeurs européens.

Ces programmes ont notamment pour but de mettre au point des systèmes d'anticollision du type signalant à un automobiliste qu'il y a danger de collision, et lui permettant ainsi d'anticiper les mesures à prendre (freinage, changement de direction,...).

Il existe déjà divers types de dispositifs anticollision embarqués dans des véhicules automobiles reconstituant l'image de l'environnement des véhicules automobiles à partir d'informations provenant de capteurs. Ces capteurs sont généralement des radars, fonctionnant à l'aide d'ondes électromagnétiques haute fréquence, ou encore des radars fonctionnant à l'aide de lasers, encore appelés lidars (émetteur et récepteur lasers). L'image de l'environnement, après avoir été reconstituée, est interprétée, en général par un calculateur de bord, afin d'en extraire au plus tôt le niveau du risque de collision. L'information est alors mise à la disposition du conducteur sous une forme appropriée (signal sonore, lumineux, synthétiseur de parole,...).

De tels dispositifs permettent notamment de prévenir un éventuel danger, en signalant à l'automobiliste qu'il ne respecte pas une distance de sécurité suffisante avec le véhicule qui le précède, ou en le prévenant d'une manoeuvre dangereuse d'un autre automobiliste.

De nombreux articles et documents signalent les défauts de ces dispositifs et notamment le document "Détection d'obstacles et prévention des collisions entre véhicules" de l'institut des Transports (I.R.T.) d'Octobre 1984. D'après ce document, le principal inconvénient des dispositifs existants est qu'ils ne donnent pas une image de taille suffisante de l'environnement (largeur des lobes d'antenne des radars ou lidars de 1 degré), notamment dans le cas où des masques naturels ou artificiels liés à la propagation limitent la taille de l'image perçue et affectent donc la prévision. Ces masques constituent des zones d'ombre et sont par exemple constitués par de la végétation, des virages, ou par des surfaces métalliques, notamment des panneaux indicateurs de direction ou des barrières de sécurité.

De plus, les lidars ne peuvent pas fonctionner par temps de brouillard ou de brume, les molécules d'eau diffusant le rayonnement optique propagé. Ainsi, seuls les radars peuvent être utilisés par tout temps.

En outre, les dispositifs existants déclenchent de fausses alarmes, notamment du fait des imperfections des capteurs.

Par ailleurs, les critères de niveaux de danger conditionnant le déclenchement d'une alarme sont complexes et provoquent également de fausses alarmes. La complexité de ces critères provient notamment du fait qu'un système radar ou lidar fournit une quantité de données très importante et qu'il est d'abord nécessaire d'effectuer un tri des données reçues, avant de calculer les différentes vitesses des éléments identifiés et d'en calculer les trajectoires pour analyser la probabilité d'un danger de collision.

Le document DE-A- 2.559.184 décrit un système avertisseur radio permettant d'éliminer certains des inconvénients cités précédemment. Le système décrit prévoit d'émettre des informations codées relatives à des actions d'un premier véhicule sous forme d'une onde porteuse HF modulée en fréquence à une fréquence de modulation spécifique de l'information à transmettre.

Une telle transmission confère au système une excellente fiabilité quelles que soient les conditions météorologiques.

Cependant, un inconvénient du système précédent, ainsi que des dispositifs existant est qu'aucun ne peut distinguer le sens de déplacement d'un véhicule émetteur par rapport au véhicule recevant l'information.

Un autre inconvénient des dispositifs existants est qu'ils présentent une portée relativement faible, vue la puissance de fonctionnement utilisée. On ne peut de plus pas trop augmenter cette puissance pour des raisons de consommation et de coût.

La présente invention a notamment pour objectif de pallier ces inconvénients.

Plus précisément, un des objectifs de la présente invention est de fournir un dispositif de prévention de collisions entre véhicules présentant des zones d'ombre considérablement réduites par rapport à celles caractéristiques des systèmes radar et lidar.

Un autre objectif de la présente invention est de fournir un tel dispositif fiable, en mettant en oeuvre des algorithmes de décision de niveau de danger qui soient simples, afin de ne pas provoquer de déclenchement sans raison.

Un objectif complémentaire de la présente invention est de mettre en oeuvre un tel dispositif alliant portée

importante, et donc sécurité accrue, et faible consommation.

Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints grâce à un procédé de transmission d'informations entre mobiles tel que défini dans les revendications 1 à 7.

De préférence, les informations transmises correspondent chacune à une information appartenant au groupe comprenant :

- une information de ralentissement ou de freinage ;
- une information de dépassement ;
- une information d'arrêt.

Préférentiellement, lesdites informations codées sont transmises sous forme de trois impulsions consécutives, une première impulsion de fréquence de porteuse F1 et de fréquence de modulation FM correspondant à l'information à transmettre, une seconde impulsion de fréquence de porteuse F2 différente de F1 et de fréquence de modulation FMAV et une troisième impulsion de fréquence de porteuse F2 et de fréquence de modulation FMAR.

La présence de cette première impulsion de porteuse F1 différente de la porteuse F2 des deux autres impulsions permet à un récepteur d'estimer la distance par rapport à l'émetteur.

L'estimation de distance permet d'évaluer le niveau de danger et, accessoirement, de ne pas tenir compte des informations envoyées par des véhicules situés à une distance supérieure à la distance de sécurité, pouvant être fonction de la vitesse du véhicule récepteur.

Avantageusement, lesdites impulsions correspondant à la transmission d'une information de ralentissement ou de freinage sont transmises à une fréquence de récurrence proportionnelle à l'intensité de la décélération dudit mobile et lesdites informations de dépassement et d'arrêt sont transmises à une fréquence de récurrence fixe.

On imagine aisément l'importance de connaître l'intensité de freinage d'un véhicule que l'on suit.

La présente invention concerne également un dispositif de prévention de collisions entre mobiles mettant en oeuvre un procédé du type précédent, le dispositif étant celui défini selon les revendications 8 à 17.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de la présente invention, donné à titre explicatif et non limitatif, et des figures annexées, dans lesquelles :

- la figure 1 représente deux véhicules automobile circulant l'un derrière l'autre munis tous deux du dispositif selon la présente invention ;
- la figure 2 représente trois véhicules munis chacun d'un dispositif selon l'invention, un des véhicules croisant les deux autres qui se suivent;
- la figure 3 est un schéma synoptique des moyens d'émission d'informations, ou émetteur, selon un mode de réalisation de la présente invention ;
- la figure 4 est un schéma synoptique des moyens de réception d'informations, ou récepteur, selon un mode de réalisation de la présente invention ;
- les figures 5a, 5b, 5c représentent respectivement les signaux émis par un véhicule muni du dispositif selon la présente invention, les signaux reçus par un véhicule vu par l'avant et les signaux reçus par un véhicule vu par l'arrière ;
- la figure 6 représente la courbe d'absorption atmosphérique, aux alentours de la fréquence de transmission des informations ;
- la figure 7 représente les lobes d'émission avant et arrière.

La figure 1 représente deux véhicules automobile circulant l'un derrière l'autre, et munis tous deux du dispositif selon la présente invention.

Les informations transmises entre les véhicules sont relatives à certaines actions effectuées par les automobilistes. Ainsi la Demanderesse est partie du principe que les feux de stop et les clignotants des véhicules permettent d'éviter un grand nombre de collisions, notamment entre véhicules. Cependant, ces signaux lumineux ne sont visibles que par temps clair, et donc inefficaces par temps de brouillard, de pluie intense ou en cas d'éblouissement par le soleil ou la nuit par les feux de croisement de véhicules. De plus, un automobiliste ne peut voir que les feux de stop et clignotants du véhicule qui le précède immédiatement, ce dernier masquant les feux des autres véhicules qui le précèdent. Ces inconvénients conduisent à une accumulation des temps de réaction des différents conducteurs en cas d'obstacle, et, le cas échéant, à un empilage en accordéon (collision en chaîne et carambolage).

Afin de remédier à cet inconvénient, il est connu d'utiliser une transmission HF pour communiquer des informations de ralentissement ou d'arrêt.

Ces informations sont normalisées à l'émission, si bien qu'il est aisé de les analyser et de les reconstituer à la réception pour déterminer le niveau de danger.

L'invention prévoit d'utiliser une transmission hyperfréquence pour communiquer les informations sous une

telle forme qu'on puisse, à la réception, savoir si le véhicule émetteur va dans le même sens ou dans le sens opposé.

Sur la figure 1, un véhicule 10 est suivi par un véhicule 11 et les deux véhicules 10, 11 sont chacun munis du dispositif selon l'invention.

Les véhicules 10 et 11 sont chacun respectivement munis d'une antenne de réception 12, 13 et d'une antenne d'émission 14, 15. Les antennes d'émission 14 et 15 sont avantageusement fixées à l'extrémité des antennes fouet des véhicules 10 et 11 afin de pouvoir émettre des informations à une distance importante, sans être gênées par des véhicules de même catégorie (même hauteur) pouvant faire obstacle à cette émission. Les antennes de réception sont avantageusement montées sur les véhicules de sorte qu'ils ne peuvent recevoir que des informations provenant de véhicules situés devant eux. Ainsi, la réception d'informations provenant de l'arrière des véhicules est évitée. L'antenne de réception 12 du véhicule 10 ne reçoit donc pas les informations émises par l'antenne d'émission 15 du véhicule 11. En revanche, l'antenne de réception 13 du véhicule 11 peut recevoir les informations émises par l'antenne d'émission 14 du véhicule 10.

Les antennes de réception 12 et 13 sont avantageusement des antennes à réflecteur fournissant un faisceau relativement large en gisement et un peu plus étroit en site. Selon un mode de réalisation préférentiel, les antennes de réception 12 et 13 présentent une ouverture de 20° en gisement et de 10° en site et un gain théorique de 300.

La transmission d'informations entre les véhicules est, selon une caractéristique de l'invention, effectuée en ondes millimétriques, par exemple dans la bande 60GHz, pour que les ondes soient absorbées à distance.

La figure 2 représente trois véhicules munis chacun d'un dispositif selon l'invention, un des véhicules croisant les deux autres qui se suivent.

Le véhicule 10 est suivi par le véhicule 11 et croise un véhicule 20 venant en sens contraire. Les faisceaux de réception des véhicules 11, 10 et 20 sont respectivement notés 21, 23 et 24. Les véhicules 10 et 20 émettent des informations pouvant être captées par les véhicules situés autour d'eux. Ainsi, dans la situation représentée, le véhicule 11 reçoit des informations des véhicules 10 et 20. Ces informations sont notamment des informations relatives aux feux de stop et de clignotant des véhicules 10 et 20.

Selon un mode de réalisation préférentiel, les informations émises par le dispositif de l'invention sont :

- des informations de ralentissement ou de freinage ;
- des informations de dépassement ;
- des informations d'arrêt.

Les informations de ralentissement ou de freinage permettent à un automobiliste d'être informé du ralentissement d'un véhicule qui le précède, mais qui peut lui être caché par un autre véhicule ou un obstacle, naturel ou artificiel. Il peut alors anticiper un freinage. Ceci permet notamment d'éliminer l'accumulation des temps de réaction des automobilistes et donc des collisions en chaîne. De telles informations sont avantageusement prélevées aux contacts de freinage provoquant l'allumage des feux de stop, soit directement au compteur de vitesse.

Les informations de dépassement proviennent par exemple de la centrale clignotante d'un véhicule. A la réception de telles informations, le dispositif peut en tenir compte ou non, selon que l'on circule sur une autoroute ou une route à quatre voies, ou sur une route à seulement deux ou trois voies.

Les informations permettant de savoir si un véhicule est à l'arrêt permettent à un automobiliste de détecter un véhicule en panne, un embouteillage ou un accident. Ces informations peuvent par exemple provenir des feux de danger du véhicule à l'arrêt ("warning").

Cependant, dans le cas où le véhicule 11 reçoit par exemple une information de dépassement, on imagine aisément l'importance de savoir si cette information provient d'un véhicule venant à contre-sens (véhicule 20) ou non (véhicule 10). Il peut être également avantageux, à la réception d'une information de danger quelconque, de savoir si cette information provient d'un véhicule situé ou non au-delà d'une distance de sécurité déterminée.

La figure 3 est un schéma synoptique des moyens d'émission d'informations selon un mode de réalisation de la présente invention.

Les moyens d'émission 32, aussi appelés émetteur, comprennent un générateur 30 de modulation recevant en entrée des signaux 35, 36 et 37. Le signal 35 est un signal provenant de la centrale clignotante relatif au clignotant gauche du véhicule comprenant ces moyens d'émission. Lorsque l'automobiliste actionne sont clignotant gauche pour doubler un autre véhicule ou pour tourner, le signal 35 est présent. Le signal 36 provient également de la centrale clignotante et correspond à l'actionnement des feux de danger ("warning"). Le signal 37 est une information de décélération, de vitesse ou de freinage. A la réception d'un quelconque des trois signaux, le générateur 30 de modulation envoie une information à des moyens de génération d'impulsions 31, par exemple, un modulateur d'impulsion, un signal de commande de fréquence d'émetteur à un émetteur 33 à fréquence porteuse modulée en fréquence, et, selon une caractéristique essentielle de l'invention, une

commande de commutation de lobe d'antenne à un commutateur de phase 34 d'alimentation des réseaux d'antenne.

Plus précisément, les informations de clignotant gauche et de feux de stop d'un véhicule sont transmises aux véhicules environnants par les antennes d'émission 38 et 39.

Selon l'invention, les informations sont transmises pendant un temps très bref, dans une fenêtre temporelle correspondant aux temps hauts des impulsions générées par le modulateur d'impulsions 31.

Si le véhicule émetteur décélère, il envoie des impulsions à une fréquence de récurrence proportionnelle à sa décélération, et ce, pour une certaine fréquence de modulation.

Le taux de remplissage, qui correspond au rapport entre le temps d'émission effectif et le temps total d'émission, est toujours faible, afin d'avoir peu d'interférences s'il y a plusieurs véhicules. Le taux de remplissage peut s'exprimer en pourcentage de temps d'émission. Un taux de remplissage faible implique que l'émission a lieu pendant des temps très brefs ou suffisamment éloignés. Cela permet de ne pas accaparer le récepteur, décrit par la suite, pendant un temps important.

Lorsque le conducteur actionne son clignotant pour doubler, par exemple son clignotant gauche dans les pays non anglo-saxons, il déclenche un train d'impulsions, mais à une fréquence de modulation de porteuse différente de celle du freinage. La fréquence de la porteuse est générée par le module 33, sur commande du générateur de modulation 30.

L'actionnement des feux de danger provoque l'émission d'un train d'impulsions de fréquence de modulation différente de celles pour le freinage et le clignotant. Selon un mode de réalisation de l'invention, les fréquences de modulation FM du signal hyperfréquence généré par le générateur 33 sont les suivantes :

– FM = 50 MHz pour le freinage et une fréquence de récurrence de 0 à 1000 Hz, selon l'intensité du freinage.

– FM = 60 MHz pour le clignotant et une fréquence de récurrence de 500 Hz.

– FM = 40 MHz pour les feux de danger et une fréquence de récurrence de 500 Hz.

Une fréquence de récurrence de 500 Hz signifie que le signal est généré tous les $1/500^{è}$ de seconde.

En ce qui concerne le sens de circulation, afin de savoir si le véhicule qui freine ou déboîte roule dans le même sens ou en sens inverse, l'invention propose d'utiliser une double antenne d'émission 38 et 39.

Physiquement, les antennes 38 et 39 sont construites sur le même substrat de dimensions très réduites, pour pouvoir être facilement montées à l'extrémité de l'antenne radio d'un véhicule.

Technologiquement, les antennes 38 et 39 sont constituées de deux réseaux de dipôles rayonnants espacés de $\lambda/4$, afin qu'à la réception on puisse distinguer des informations provenant d'un véhicule circulant dans le même sens de celles provenant d'un véhicule circulant en sens inverse. Ces réseaux peuvent par exemple être imprimés sur un diélectrique radioélectriquement transparent.

Plus précisément, le commutateur de phase 34, commandé par un signal de commutation de lobe d'antenne provenant du générateur de modulation 30, réalise une commutation de phases relatives d'une antenne par rapport à l'autre. Le commutateur de phase 34 comprend deux unités 54, 55 de commutation de phase. Les unités 54 et 55 permettent d'envoyer aux antennes 38 et 39 des signaux déphasés de $-\pi/2$, 0 ou $+\pi/2$, selon la commande provenant du générateur 30 de modulation.

La figure 7 fait apparaître les diagrammes d'antennes résultants de la commutation de phase effectuée, de manière connue, par le module 34. Les trois déphasages réalisables permettent d'obtenir soit un diagramme 71 dirigé vers l'avant, soit un diagramme 72 dirigé vers l'arrière, soit encore un diagramme 73, 74 dirigé simultanément vers l'avant et l'arrière du véhicule 70. Ce fonctionnement et sa fonction seront mieux compris au regard des figures 5a, 5b et 5c.

Les figures 5a, 5b, et 5c représentent respectivement les signaux émis par un véhicule muni du dispositif selon la présente invention, les signaux reçus par un véhicule vu par l'arrière et les signaux reçus par un véhicule vu par l'avant.

Une récurrence des informations transmises par le dispositif de la figure 3 est représentée à la figure 5a. Cette récurrence est composée par exemple de trois impulsions successives 50, 51 et 52, toutes de même durée et de même amplitude.

La première impulsion 50 transmise est composée du signal hyperfréquence de fréquence F1, par exemple 60 GHz, modulé par un signal de fréquence FM = 40, 50 ou 60 MHz, selon l'information à transmettre (freinage, clignotant ou arrêt). Cette impulsion 50 contenant la porteuse à 60 GHz sert de référence pour les signaux compris dans les impulsions 51 et 52 et est émise simultanément vers l'avant et vers l'arrière du véhicule à l'aide des deux antennes d'émission. Nous verrons par la suite que cette première impulsion sert uniquement à une estimation de distance.

Immédiatement après l'impulsion 50, est émise une impulsion 51 de fréquence de porteuse F2 différente de F1 et de fréquence de modulation FMAV (FM avant) fonction de FM. Lors de l'émission de cette impulsion, le lobe à gain maximum d'antenne est dirigé vers l'avant du véhicule.

Une impulsion 52 de fréquence porteuse F2 et de fréquence de modulation FMAR (FM arrière) différente de FM et de FMAV mais fonction de FM, est générée après l'impulsion 51. Le lobe à gain maximum d'antenne est alors dirigé vers l'arrière du véhicule.

Selon l'invention, les fréquences de modulation FMAV et FMAR ont par exemple pour valeur :

– FMAV = FM - 10 MHz

– FMAR = FM + 10 MHz

avec FM ayant une valeur différente suivant l'information à transmettre.

L'existence de la première impulsion de référence de porteuse F1 différente de F2 permet avantageusement de connaître la distance séparant l'émetteur du récepteur, comme il sera expliqué par la suite.

Les impulsions reçues par un véhicule vu par l'arrière ont la forme représentée à la figure 5b, avec une seconde impulsion d'amplitude inférieure à celle de la troisième, puisque le lobe à gain maximal d'antenne est dirigé vers l'avant du véhicule lors de l'émission de l'impulsion 51.

Les impulsions reçues par un véhicule vu par l'avant ont la forme représentée à la figure 5c, avec une seconde impulsion d'amplitude plus importante que celle de la troisième impulsion.

La modulation d'amplitude du signal reçu, résultant de l'émission successive de deux impulsions contenant l'information (FM), mais émises, l'une vers l'avant, l'autre vers l'arrière, avec des fréquences de modulation différentes, va donc permettre de savoir si le véhicule émetteur est vu par l'avant ou par l'arrière, comme il sera expliqué par la suite.

La figure 4 est un schéma synoptique du récepteur 49 selon un mode de réalisation de la présente invention.

Une antenne de réception 40 reçoit les signaux émis par les autres véhicules. Les signaux reçus consistent en un signal modulé en fréquence et en amplitude. Il est fourni à un mélangeur 41 recevant également un signal d'un oscillateur local 42. Le signal issu du mélangeur 41 est un signal de fréquence intermédiaire qui est amplifié par un amplificateur 46. Le signal issu de l'amplificateur 46 est fourni à un discriminateur de fréquence 43 et à un module 44 de mesure d'amplitude. Le discriminateur de fréquence 43 mesure la fréquence du signal issu de l'amplificateur 46. Le module 44 de mesure d'amplitude mesure l'amplitude du signal de fréquence intermédiaire, ce qui permettra entre autre de déduire la distance à laquelle se trouve l'émetteur et éventuellement, de ne pas tenir compte de l'information reçue si le véhicule émetteur est hors de la distance de sécurité. Le discriminateur de fréquence 43 et le module 44 de mesure d'amplitude fournissent leurs informations à un module 45 comprenant des moyens de détection et de discrimination avant/arrière et des moyens de calcul de la distance du véhicule émetteur et de l'intensité du freinage. Ces informations sont transmises préférentiellement à travers un dispositif anti-écho 53 permettant de bloquer la réception des ondes ou leur traitement pour des raisons qui seront explicitées par la suite. Le dispositif anti-écho comprend par exemple deux interrupteurs dont la position est commandée par le module 45.

La discrimination avant/arrière est basée sur la modulation d'amplitude des deux impulsions reçues, de fréquences de modulation respectives FMAV, FMAR.

Les moyens de détection et de discrimination avant/arrière du module 45 effectuent, à partir des informations de fréquences et d'amplitudes issues respectivement du discriminateur de fréquence 43 et du module 44, une comparaison des amplitudes de ces deux impulsions.

Si l'amplitude de l'impulsion FMAV est inférieure à celle de l'impulsion FMAR, on se retrouve dans le cas de la figure 5b pour laquelle le danger (signal émis) provient d'un véhicule se déplaçant dans le même sens que le véhicule récepteur. Le cas inverse est celui de la figure 5c, pour laquelle les véhicules émetteur et récepteur se croisent.

Le module 45 fournit à l'oscillateur local 42 un ordre de commutation de fréquence de porteuse F1/F2, pour que le signal entrant dans l'amplificateur 46 soit un signal de fréquence intermédiaire. Les moyens du module 45 envoient également des informations à une interface de sortie 47 envoyant un message 48 vers une centrale anti-collision ou un module d'affichage permettant au conducteur d'un véhicule de visualiser les données. Les informations peuvent également être transmises au conducteur à travers un synthétiseur de parole.

L'interface de sortie 47 peut également agir directement sur le véhicule, par exemple en actionnant les freins, si le niveau de danger est très important. Ceci permet de ne pas avoir à tenir compte du temps de réaction du conducteur, qui est généralement de l'ordre de 1 à 2 secondes.

Le récepteur 49 extrait donc les informations reçues de l'environnement du véhicule, et notamment des informations de freinage, de déboîtement, de situation du véhicule (vers l'avant ou vers l'arrière) et un ordre de grandeur de la distance du véhicule émetteur.

Si un véhicule envoie plusieurs informations simultanément, il est avantageux de prévoir un ordre de priorité des informations transmises. Ainsi, on peut par exemple donner priorité au "warning" par rapport au freinage, lui-même prioritaire par rapport au clignotant.

L'ordre de grandeur de la distance du véhicule émetteur est déterminé en exploitant les propriétés du milieu

de transmission.

La figure 6 représente la courbe d'absorption atmosphérique, aux alentours de la fréquence de transmission des informations.

L'estimation de distance est nécessaire pour éliminer les informations reçues de véhicules situés au-delà de la distance de sécurité. Cette distance peut être fixée à l'avance. Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, la distance de sécurité dépend de la vitesse du véhicule.

Comme déjà précisé, le calcul de la distance est effectué par des moyens de calcul de distance compris dans le module 45 et utilise les propriétés du milieu de transmission autour de 60 GHz. Cette courbe est représentée figure 6.

L'estimation de distance utilise le rapport des amplitudes des signaux reçus entre les deux fréquences F1 et F2, c'est-à-dire entre la première impulsion et l'une quelconque des deux autres, en considérant que la différence entre F1 et F2 est suffisante pour que l'effet de l'absorption différentielle soit mesurable à la distance de sécurité.

La présence de la première impulsion de fréquence porteuse F1, qui n'est pas nécessaire pour une discrimination avant/arrière, le devient donc si l'on désire estimer la distance entre l'émetteur et le récepteur.

La figure 6 comprend deux courbes 60 et 61.

La courbe 60 représente l'absorption par les gaz de l'atmosphère au niveau de la mer (altitude = 0 m) et la courbe 61 l'absorption à une altitude de 4000m.

Le tableau suivant montre les conditions dans lesquelles ont été obtenues ces deux courbes.

Courbe	Altitude (m)	Pression (mm Hg)	Température (°C)	Oxygène (g/m^3)
60	0	760	20	7,5
61	4 000	460	0	1

Pour la courbe 60, l'absorption atmosphérique à une fréquence de porteuse de 60 GHz est de 15 dB/km, alors qu'elle n'est plus que de 1 dB/km pour une fréquence de porteuse de 65 GHz. La présente invention exploite cette différence d'atténuation de l'onde porteuse suivant sa fréquence pour estimer la distance du véhicule émetteur.

Ainsi selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, il sera choisi F1 = 65 GHz et F2 = 60 GHz. Pour une distance de sécurité de 300 m., on a donc une différence de 3 dB entre F1 et F2 à pression atmosphérique normale.

De plus, le dispositif récepteur peut être muni d'un capteur de pression permettant d'effectuer la correction de distance liée aux évolutions du coefficient d'atténuation sur la raie d'oxygène (aux alentours de 60 GHz) en fonction de la pression, et donc de l'altitude.

Bien entendu, d'autres fréquences de porteuse peuvent être utilisées, afin de différencier encore plus les deux fréquences et préciser ainsi la distance du véhicule émetteur (par exemple, pour F2 = 90 GHz, l'atténuation n'est plus que de 0,1 dB/km).

Une autre caractéristique de l'invention est que le module récepteur est muni d'un dispositif anti-écho (module 53, figure 4). Un tel dispositif permet d'éviter des réflexions des ondes hyperfréquence sur des véhicules ou obstacles situés derrière un véhicule envoyant des données et se dirigeant vers le récepteur, ce qui se traduirait par une impression que les données envoyées par ce véhicule proviennent de l'arrière d'un véhicule que l'on suit.

Le dispositif anti-écho bloque la réception des ondes ou leur traitement pendant un certain temps, dès qu'il reçoit la troisième impulsion du train d'impulsions transmises, par exemple pendant 0,5 µs.

Par ailleurs, lorsqu'un véhicule freine sur un pont enjambant une route, les signaux reçus par les véhicules circulant sur cette dernière n'auront pas la modulation convenable pour être pris en considération. En effet, comme représenté en figure 7, il ne peut y avoir de modulation d'amplitude reçue entre FMAV et FMAR du fait de la symétrie des lobes d'émission avant et arrière par rapport à la perpendiculaire zz' à la direction de circulation xx'd'un véhicule 70.

Selon l'invention, une précision de fréquence porteuse de l'ordre de 1 pour 1000 est suffisante, et la durée d'une impulsion est de 0,2 µs pour 100 mW crête.

La fréquence de l'oscillateur local du récepteur est également stable à 1 pour 1000 près, ce qui conduit à une bande passante totale FI de 200 MHz.

Les modulateurs de fréquence et d'amplitude ont une bande passante de 5 MHz, adaptée à la durée des impulsions et à la discrimination des différentes fréquences de modulation.

L'antenne émettrice constituée en fait de deux réseaux d'antennes a un faisceau de 35° et un gain de 50, sans compter la directivité et le gain supplémentaire dus à l'effet des phases relatives des deux réseaux.

L'antenne réceptrice peut être cosécantée pour pouvoir recevoir des signaux ne rentrant normalement pas dans son lobe de réception.

La présente invention n'est pas limitée aux véhicules automobiles, tels que les bus, voitures, camions et motocyclettes et peut par exemple également s'appliquer aux navires, et en général à tout mobile.

Revendications

1. Procédé de transmission d'informations entre mobiles équipés chacun d'un émetteur (32) et d'un récepteur (49) d'informations distincts communiquant par diffusion hertzienne, l'émetteur (32) d'un premier véhicule diffusant aux récepteurs (49) d'autres véhicules des informations codées relatives à des actions dudit premier véhicule, sous forme d'une onde porteuse modulée en fréquence à une fréquence de modulation FM spécifique de l'information à transmettre, le procédé étant caractérisé en ce que, l'onde porteuse étant une onde hyperfréquence, ladite information est transmise sous forme de deux impulsions (51, 52) respectivement vers l'avant et vers l'arrière dudit premier véhicule, avec des fréquences de modulation FMAV et FMAR différentes et fonctions de ladite fréquence de modulation spécifique FM, de telle sorte, qu'à la réception, on puisse :
   - déduire de FMAV et FMAR ladite fréquence FM spécifique de l'information ;
   - distinguer, par comparaison des amplitudes des deux impulsions, une information provenant d'un mobile allant dans le même sens d'une information provenant d'un mobile venant en sens inverse.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites informations codées sont transmises sous forme de trois impulsions consécutives (50, 51, 52), une première impulsion (50) de fréquence de porteuse F1 et de fréquence de modulation FM correspondant à l'information à transmettre, cette première impulsion étant transmise simultanément vers l'avant et vers l'arrière, une seconde impulsion (51) de fréquence de porteuse F2 différente de F1 et de fréquence de modulation FMAV et une troisième impulsion (52) de fréquence de porteuse F2, et de fréquence de modulation FMAR.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite fréquence de modulation FMAV est inférieure à ladite fréquence de modulation FM, et en ce que ladite fréquence de modulation FMAR est supérieure à ladite fréquence de modulation FM.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on a les relations suivantes :
   FMAV = FM - FO
   FMAR = FM + FO
   où FO est une fréquence prédéterminée.

5. Procédé selon l'une quelconque de revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites informations transmises correspondent chacune à une information appartenant au groupe comprenant :
   - une information de ralentissement ou de freinage ;
   - une information de dépassement ;
   - une information d'arrêt.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les impulsions correspondant à la transmission d'une information de ralentissement ou de freinage sont transmises à une fréquence de récurrence proportionnelle à l'intensité de la décélération dudit premier véhicule et en ce que les impulsions correspondant à la transmission d'informations de dépassement et d'arrêt sont transmises à une fréquence de récurrence fixe.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce qu'on effectue en outre, à la

réception, une mesure de la distance entre ledit premier véhicule émetteur et le véhicule récepteur, par calcul du rapport des amplitudes entre ladite première impulsion (50) et l'une quelconque des deux autres impulsions (51, 52).

8. Dispositif de prévention de collisions entre mobiles du type mettant en oeuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend :
– des moyens (30, 31, 33, 34, 38, 39) pour transmettre une information sous forme d'une impulsion (51) vers l'avant et d'une impulsion (52) vers l'arrière d'un premier véhicule émetteur, avec des fréquences de modulation respectives FMAV et FMAR différentes et fonctions de la fréquence de modulation FM spécifique de l'information, lesdites fréquences de modulation FMAV et FMAR modulant une même onde hyperfréquence de fréquence porteuse F_2;
– des moyens de réception (49) d'informations provenant de l'entourage du premier véhicule, comportant un module (45) disposant de moyens de détection et de discrimination avant/arrière par comparaison de l'amplitude des impulsions reçues permettant de distinguer les informations provenant d'un véhicule allant dans le même sens que le premier véhicule allant dans le même sens que le premier véhicule d'informations provenant d'un véhicule venant en sens inverse.

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdits moyens (30, 31, 33, 34, 38, 39) pour transmettre une information sont constitués :
– de moyens (31, 33) de génération d'impulsions sous forme d'une onde porteuse hyperfréquence modulée en fréquence ;
– d'un générateur de modulation (30) pilotant lesdits moyens (31, 33) de génération d'impulsions de façon à commander la fréquence de l'onde porteuse et la fréquence de modulation d'une impulsion suivant que l'émission de cette impulsion s'effectue vers l'avant ou vers l'arrière ;
– d'un commutateur de phase (34) coopérant avec des antennes d'émission (38, 39) et piloté par le générateur de modulation (30) de façon à ce que l'émission puisse se faire vers l'avant ou vers l'arrière.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdites antennes d'émission (38, 39) sont constituées par deux réseaux de dipôles distincts montés sur un même substrat.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 et 10, caractérisé en ce que lesdites antennes (38, 39) sont fixées à l'extrémité d'une antenne fouet équipant ledit mobile.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que les moyens (30, 31, 33, 34, 38, 39) pour transmettre une information transmettent, en plus de l'impulsion (51) émise vers l'avant et de l'impulsion (52) émise vers l'arrière, avec des fréquences de modulation respectives FMAV et FMAR, une première impulsion (50) de fréquence de modulation FM modulant une onde porteuse de fréquence F1 différente de F2.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, caractérisé en ce que lesdits moyens de réception (49) comportent un discriminateur de fréquence (43) pour mesurer la fréquence d'une impulsion reçue, et un module (44) de mesure de l'amplitude de ladite impulsion, ces mesures étant transmises auxdits moyens de détection et de discrimination avant/arrière pour qu'ils puissent distinguer les informations provenant d'un véhicule allant dans le même sens que le premier véhicule d'informations provenant d'un véhicule venant en sens inverse.

14. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que les moyens de réception (49) comportent en outre des moyens de calcul de la distance séparant le récepteur (49) dudit premier véhicule des émetteurs de son entourage, ledit calcul de distance étant effectué à partir du rapport des amplitudes entre ladite première impulsion (50) et l'une quelconque des deux autres impulsions (51, 52).

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, caractérisé en ce que lesdits moyens de réception (49) comprennent un dispositif anti-écho (53) permettant d'inhiber lesdits signaux reçus.

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 15, caractérisé en ce que lesdits moyens de réception (49) comprennent une interface de sortie (47) permettant de signaler au conducteur dudit premier véhicule recevant des informations sur l'état de la circulation, un éventuel danger et/ou d'agir directement sur un ou plusieurs organes de commande dudit premier véhicule.

17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 16, caractérisé en ce que lesdits moyens de réception (49) coopèrent avec une antenne de réception (40) desdites informations transmises, ladite antenne de réception (40) étant positionnée de telle sorte sur ledit premier véhicule qu'elle ne reçoit que des informations venant de l'avant dudit premier véhicule.

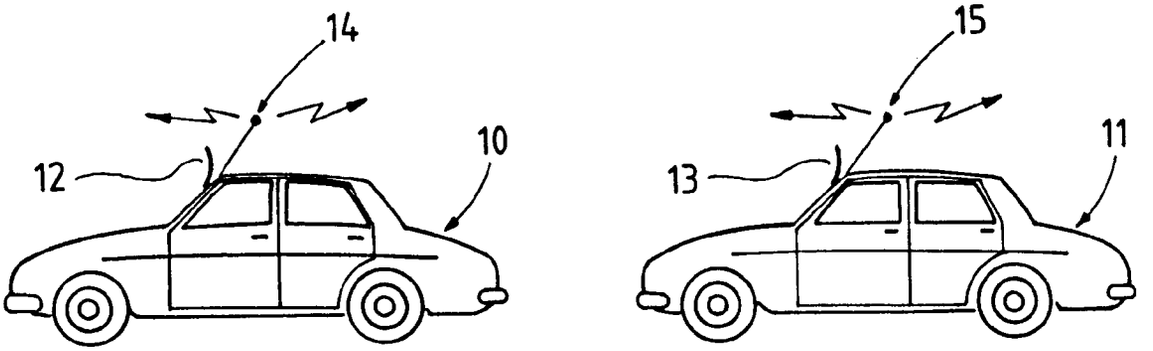

Fig. 1

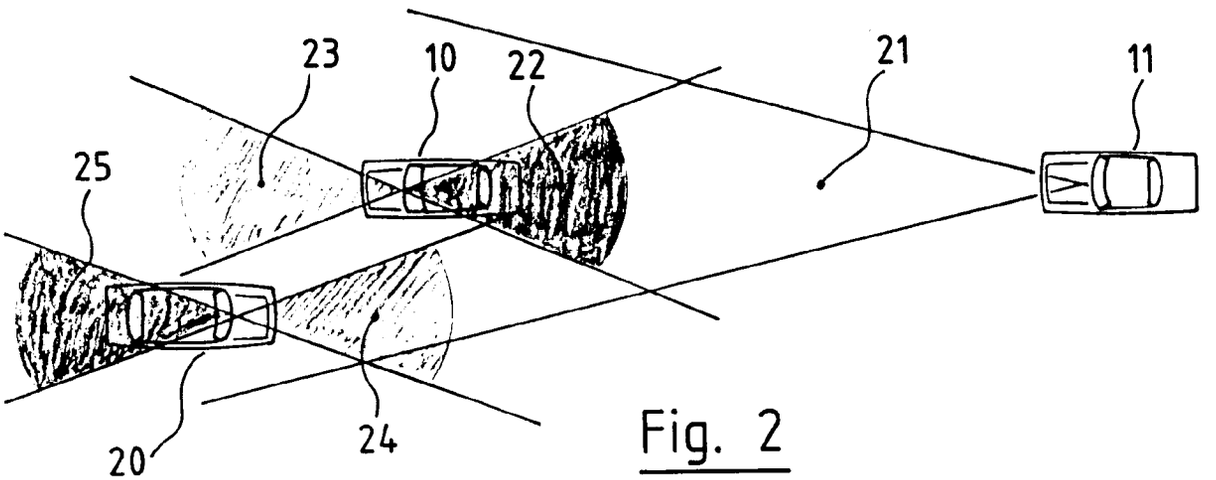

Fig. 2

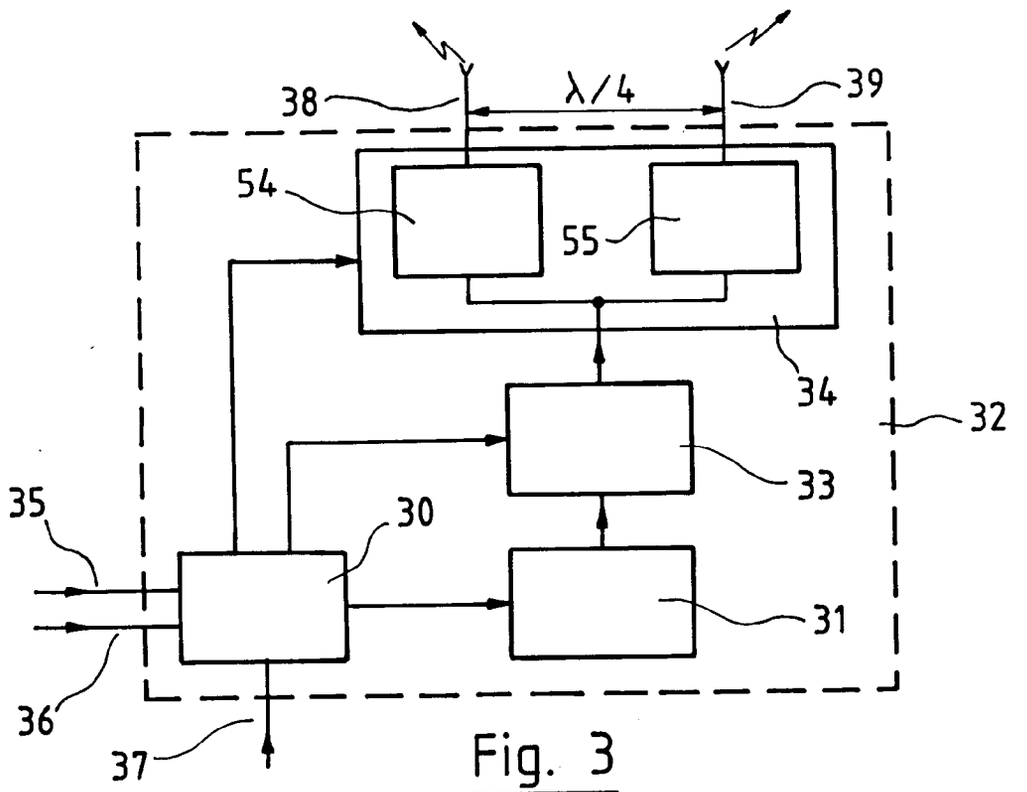

Fig. 3

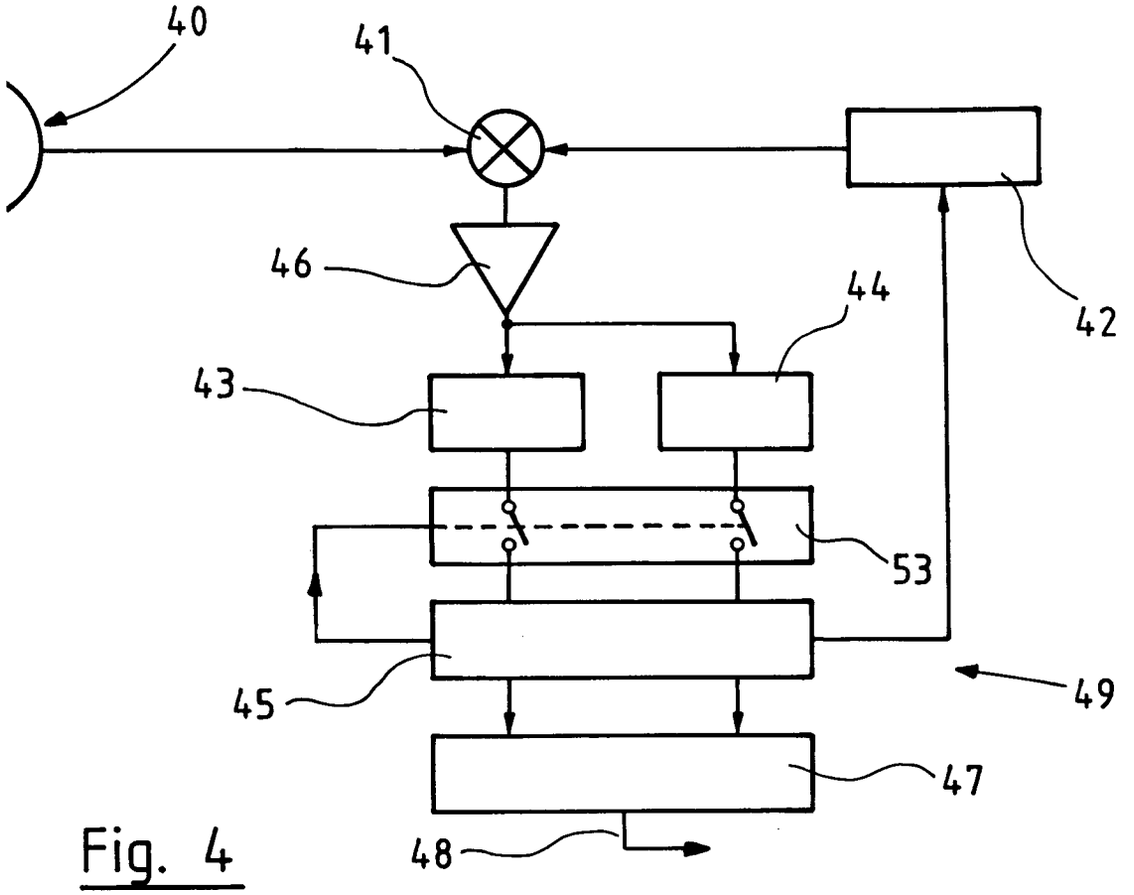

Fig. 4

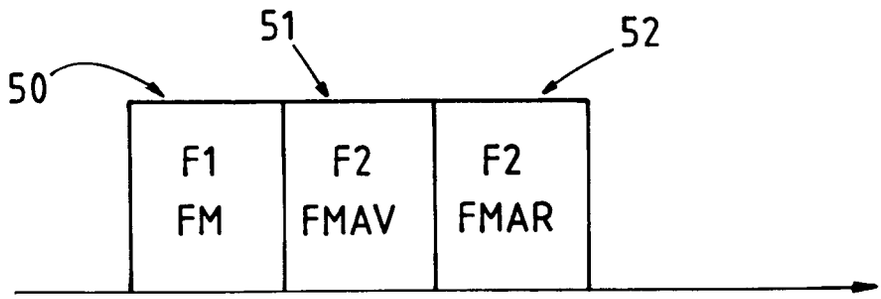

Fig. 5A

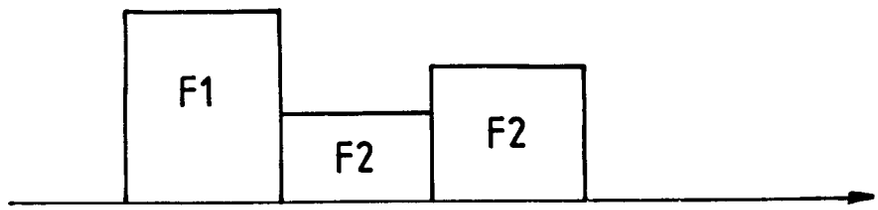

Fig. 5B

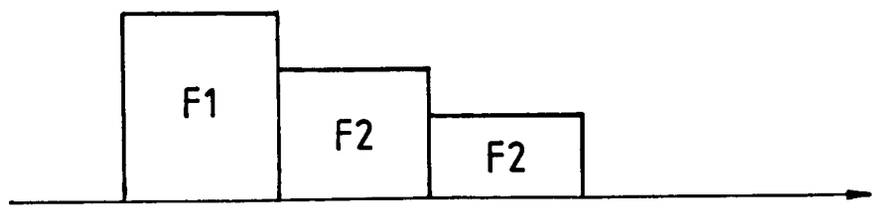

Fig. 5C

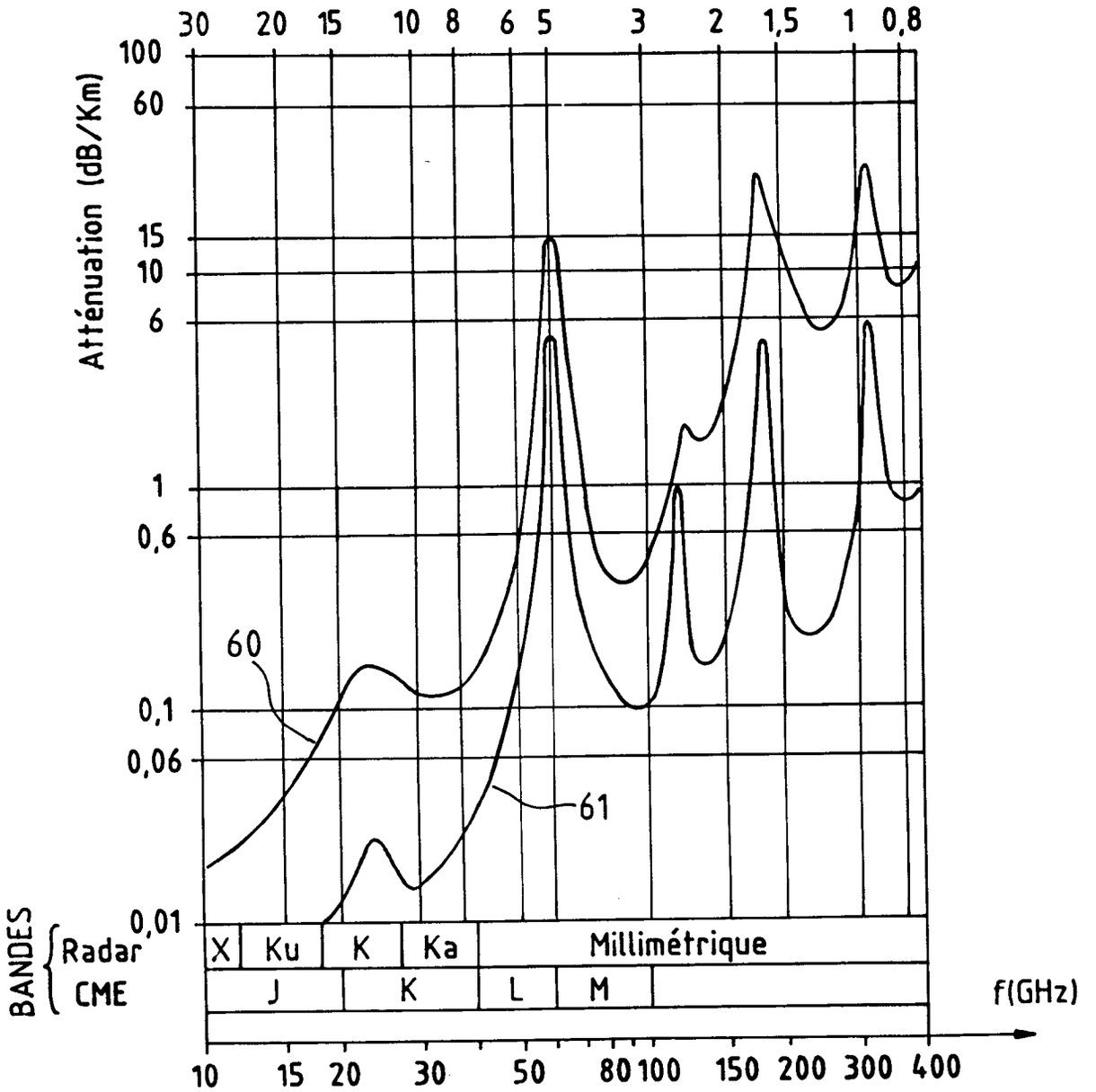
30 20 15 10 8 6 5 3 2 1,5 1 0,8
100
60
15
10
6
1
0,6
0,1
0,06
0,01
Atténuation (dB/Km)
60
61
BANDES
Radar
CME
X
Ku
K
Ka
Millimétrique
J
K
L
M
f(GHz)
10 15 20 30 50 80 100 150 200 300 400

Fig. 6

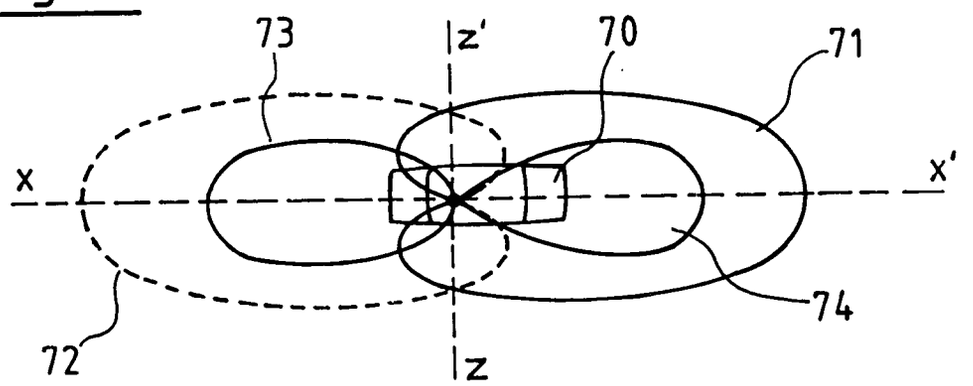
73
z'
70
71
x
x'
72
74
z

Fig. 7

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 3028

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)
A	FR-A-2 255 001 (GENDROT) * page 2, ligne 12 - page 4, ligne 18 *	1,5	G08G1/16
A,D	DE-A-2 559 184 (WEISS) * page 4, ligne 27 - page 8, ligne 14; revendications 1,4,7,9 *	1,5	
A	FR-A-2 565 925 (TRAVAUX DE SUD-OUEST) * abrégé *	1	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
G08G B60Q

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	19 FEVRIER 1992	SGURA S.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)