

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 893 171

②① N° d'enregistrement national : **05 53334**

⑤① Int Cl⁸ : G 08 G 1/00 (2006.01), G 01 S 17/93

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 04.11.05.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.05.07 Bulletin 07/19.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *RENAULT SAS Société par actions
simplifiée — FR.*

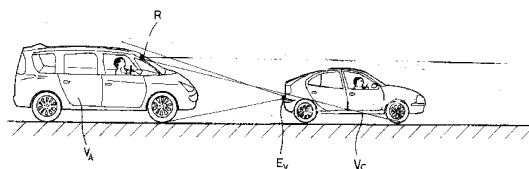
⑦② Inventeur(s) : LAVERGNE CHRISTOPHE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : RENAULT SAS.

⑤④ **SYSTEME D'ASSISTANCE A LA CONDUITE D'UN VEHICULE AUTOMOBILE PAR DETECTION DE
L'ENVIRONNEMENT.**

⑤⑦ L'invention concerne un système d'assistance à la
conduite embarqué dans un véhicule automobile pour la dé-
tection de l'environnement, ledit système embarqué com-
portant un dispositif émetteur de lumière se comportant
comme une cible à détecter, caractérisé en ce que ledit dis-
positif émetteur émet un signal optique possédant une sour-
ce lumineuse pulsée à deux niveaux de modulation.
L'invention concerne également un procédé d'assistance à
la conduite d'un véhicule automobile pour la détection de
l'environnement utilisant un tel dispositif émetteur.



FR 2 893 171 - A1



Système d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile par détection de l'environnement

La présente invention concerne un système d'assistance à la conduite embarqué dans un véhicule automobile pour la détection de l'environnement, ledit système embarqué comportant un dispositif émetteur de lumière se comportant comme une cible à détecter, dans le but de connaître en temps réel des informations sur sa position et sa vitesse relative par rapport à des obstacles devant lui tels que d'autres véhicules, ainsi que sur la trajectoire possible de ces autres véhicules. Les informations doivent de plus être connues avec une fiabilité, une précision et une résolution de niveau élevé. L'invention concerne également un procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile pour la détection de l'environnement utilisant un tel dispositif émetteur.

Il existe actuellement des systèmes qui utilisent des technologies de type RADAR, ou LIDAR, ou bien vidéo, séparément ou en combinaison, mais qui ne permettent pas de réaliser des prestations innovantes d'assistance à la conduite telles que « Stop and Go » ou le maintien de la distance de sécurité, ou bien de sécurité active telles que l'assistance au freinage ou l'évitement d'obstacle, ou bien encore de sécurité passive telles que les « pré-crash » de différents niveaux en choc frontal, latéral et arrière, et cela pour l'ensemble des environnements et des contextes propres à la conduite automobile c'est-à-dire urbain, routier, autoroutier ...

Concernant les systèmes de détection de l'environnement basés sur les RADAR, ils présentent l'inconvénient de ne pas détecter correctement un obstacle arrêté, en particulier un véhicule, de ne pas avoir un champ d'onde d'ouverture réduite avec une antenne de taille compatible avec une intégration sur véhicule et de ne pas présenter une grande fiabilité lorsque le milieu analysé devient dense, en particulier en zone urbaine. De plus, un radar mesure des distances et des vitesses radiales dans une gamme de mesures déterminées, de sorte que les RADAR ACC actuels conçus pour fonctionner sur des distances de plusieurs dizaines de mètres, ne sont pas performants quand la distance inter-véhicule baisse à quelques mètres, pas plus qu'ils ne peuvent mesurer la vitesse relative des véhicules qui arrivent en sens opposé. La composante latérale de la position des véhicules n'est pas précise et celle de la vitesse inter-véhicules est actuellement inaccessible, ainsi que la taille et la géométrie de l'objet détecté.

Concernant les systèmes de détection de l'environnement basés sur les LIDAR, qu'ils soient à faisceaux fixes multiples ou à balayage, l'énergie infrarouge qu'ils produisent ne se réfléchit bien que sur quelques surfaces spécifiques du véhicule, de dimensions relativement réduites, telles que les catadioptrés ou la plaque d'immatriculation, et facilement salies en cours de roulage par temps de pluie ou brouillard. De plus, leur portée est limitée car d'une part le niveau de puissance émis ne doit pas dépasser un seuil à la fois technique et sécuritaire pour les yeux des usagers de la route et d'autre part la puissance reçue est généralement inversement proportionnelle à la puissance quatre de la distance. Une solution actuelle pour améliorer le rapport signal sur bruit du LIDAR est de limiter l'angle d'émission du faisceau, qui limite par conséquent la zone verticale de l'espace exploré, ce qui peut entraîner des pertes momentanées de cibles à cause des mouvements de roulis du véhicule émetteur et/ou du véhicule cible. Les systèmes à LIDAR à faisceaux multiples fixes donnent une information sur la distance relative longitudinale et non latérale, et ne donnent pas d'informations précises sur la taille et la géométrie de l'objet détecté. Quant aux systèmes à LIDAR à balayage, ils donnent une information sur les composantes longitudinale et latérale de la distance à la cible, mais son acquisition est lente, ainsi que celle de la vitesse obtenue par dérivation.

A propos des systèmes de détection de l'environnement basés sur le traitement d'images vidéo sur des scènes ouvertes, c'est-à-dire des scènes du monde réel dont la variabilité infinie ne peut pas être décrite par des algorithmes, on ne peut garantir la fiabilité des algorithmes qui réalisent l'assemblage des composantes élémentaires de l'image qui sont extraites, comme les points, segments, courbes, régions homogènes suivant des critères donnés, pour conclure sur la nature de l'objet détecté. Les systèmes vidéo présentent un autre inconvénient, celui de nécessiter un niveau de contraste suffisant entre les différents objets de l'image à détecter, qui n'est pas toujours garanti par la combinatoire entre les caractéristiques spectrales et géométriques des sources d'éclairage naturelles et artificielles et les propriétés optiques et géométriques des différents objets d'une scène routière.

Ces trois types de systèmes de détection peuvent être combinés, comme dans le brevet US 6 370 471 au nom de Robert BOSCH GmbH, qui décrit une stratégie d'assistance à la conduite de type « Stop and Go » dans un bouchon, avec suivi de la ligne blanche médiane, grâce à la combinaison d'un radar ACC ou courte portée avec une caméra vidéo.

Il existe aussi des solutions de détection basées sur la communication entre véhicules, avec échange des informations sur la position et la vitesse relatives, mais qui nécessitent obligatoirement l'utilisation d'un GPS différentiel (Global Positioning System) afin de délivrer ces informations avec une précision suffisante. Enfin, il existe des solutions basées sur la communication entre véhicules et infrastructures, telles que décrites dans le brevet européen EP 0 561 353 au nom de ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION, qui concerne l'échange d'informations entre véhicules par communication optique dans le proche infrarouge, avec relais et transmission d'informations par l'infrastructure. Une telle solution nécessite d'une part, de gros investissements pour la réalisation et l'entretien de ces infrastructures de sorte qu'elles ne seront pas installées sur tout le réseau routier, et d'autre part, de définir des normes communes pour l'ensemble des pays concernés.

On constate donc que les problèmes non résolus par les systèmes actuels sont dus essentiellement aux limites de détection et de perception des capteurs utilisés.

L'invention a pour but de pallier ces inconvénients en proposant un système d'assistance à la conduite embarqué dans un véhicule automobile pour la détection de l'environnement, ledit système embarqué comportant un dispositif émetteur de lumière se comportant comme une cible à détecter, caractérisé en ce que ledit dispositif émetteur émet un signal optique possédant une source lumineuse pulsée à deux niveaux de modulation.

Selon les caractéristiques de l'invention :

- le premier niveau de modulation est effectué avec une fréquence d'émission fixe déterminée, selon une séquence périodique déterminée et un rayonnement dans le domaine visible et/ou infrarouge ;
- le deuxième niveau de modulation est effectué avec une fréquence de télécommunication plus élevée que la première, de préférence de 100 à 10000 fois plus élevée ;
- le deuxième niveau de modulation se produit à l'intérieur des pulses lumineux du premier niveau de modulation ;
- le dispositif émetteur comprend plusieurs sources lumineuses élémentaires pulsées, disposées suivant un motif géométrique déterminé et émettant un rayonnement simultané selon un motif temporel également déterminé selon le type de cible répertorié et selon la position des sources sur ladite cible ;

- les sources lumineuses élémentaires comprennent soit des feux de signalisation équipant obligatoirement un véhicule automobile, comme les phares ou les codes, et/ou soit de nouvelles sources pulsées émettant à la même fréquence fixe que les feux de signalisation ;
- dans le cas où les feux arrière du véhicule cible comprennent un assemblage de photoémetteurs, les sources lumineuses élémentaires comprennent un motif de diodes électroluminescentes intégré aux feux arrière et dont l'électronique de gestion est dotée d'un module de détection des dysfonctionnements des sources lumineuses ;
- l'intensité du rayonnement des sources lumineuses pulsées varie selon une fonction périodique du temps, avec une fréquence et une durée d'émission déterminées identiques ;

Avantageusement, ce système est utilisé en combinaison avec un système de démarrage et arrêt automatique dudit véhicule assisté.

L'invention concerne également un procédé de fonctionnement du système comportant un tel dispositif émetteur dont les principales étapes sont les suivantes :

- (a) émission des pulses avec une fréquence de télécommunication; et
- (b) émission des pulses avec une fréquence d'émission « vidéo ».

Avantageusement, les pulses de la fréquence de télécommunication se produisent dans les pulses de la fréquence d'émission « vidéo ».

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée de plusieurs exemples de réalisation, illustrée par les figures suivantes qui sont :

- figure 1_a : trois exemples de motifs de sources lumineuses pulsées selon l'invention, positionnés sur véhicule ;
- figure 2 : un exemple de vue d'ensemble du système d'assistance à la conduite selon l'invention ;
- figure 3_a : un exemple de scène routière devant un véhicule assisté ;
- figures 3_b et 3_c : les images N et N+1 de la scène routière acquises par la caméra vidéo du dispositif de détection selon l'invention ;
- figure 3_d : l'image obtenue par différence entre les images N et N+1 ;
- figure 4_a : le chronogramme d'émission des sources lumineuses pulsées d'une cible, selon l'invention ;

- figure 4_b : le détail du chronogramme de l'émission du signal lumineux pour la communication entre l'émetteur du véhicule à détecter et l'unité « télécoms » de réception du véhicule assisté,
- figures 4_c et figure 4_e : le chronogramme de l'émission du signal lumineux pulsé et de l'acquisition des images dans le cas d'une synchronisation, respectivement sans synchronisation, entre l'émission et l'acquisition ;
- figure 4_d et figure 4_f : le résultat de la soustraction des images prises deux à deux consécutives, dans le cas d'une synchronisation, respectivement sans synchronisation, selon le système de l'invention ;
- figure 5 : les étapes de fonctionnement du dispositif émetteur avec le dispositif récepteur selon l'invention ;
- figure 6 : les étapes du procédé « Stop and Go » en bouchon, utilisant un système d'assistance selon l'invention.

Le système d'assistance à la conduite embarqué dans un véhicule automobile pour la détection de l'environnement, selon l'invention, comprend un dispositif récepteur 10 pour la détection d'un dispositif émetteur de lumière embarqué sur une cible à détecter.

Le dispositif émetteur produit un signal optique possédant une source lumineuse pulsée à deux niveaux de modulation. La modulation peut être d'amplitude ou de fréquence. En effet, la modulation d'amplitude est un cas particulier de modulation qui sera appliquée pour la partie vidéo du signal explicité plus tard. Le type de modulation sur la partie télécommunication du signal est cependant ouverte (amplitude ou fréquence). Selon notre invention, le premier niveau de modulation est émis avec une fréquence fixe déterminée F_e , selon une séquence périodique déterminée et un rayonnement dans le domaine visible et/ou infrarouge, et permet de coopérer avec une première unité 12 du dispositif récepteur 10. Cette fréquence d'émission est de l'ordre de quelques dizaines de Hertz. Par ailleurs, le deuxième niveau de modulation est émis avec une deuxième fréquence de télécommunication F_{coms} , de 100 à 10000 fois plus élevée que F_e , et se produit à l'intérieur des pulses lumineux du premier niveau de modulation et permet de coopérer avec une seconde unité 14 du dispositif récepteur 10 comme l'illustre la figure 4_b.

En particulier, le dispositif émetteur peut comprendre plusieurs sources lumineuses élémentaires pulsées, disposées suivant un motif géométrique établi selon

le type de cible répertorié et selon leur position sur la cible. Ainsi, pour un véhicule cible donné les sources doivent émettre l'énergie lumineuse simultanément.

Ces sources lumineuses sont soit des sources existantes, déjà montées sur le véhicule cible à détecter, telles que les feux de signalisation, codes, phares équipant les véhicules automobiles, soit des sources nouvelles ajoutées spécialement, soit encore une combinaison de ces deux types de sources à condition d'émettre la même séquence à la même fréquence. La seule restriction concernant ces sources lumineuses, est qu'elles acceptent la double modulation aux fréquences F_e et F_{coms} . Lorsque les feux arrière du véhicule sont constitués d'un assemblage de diodes électroluminescentes, il est aisé d'y intégrer un motif de LED, dont l'électronique de gestion doit être dotée d'un module de détection des dysfonctionnements des sources lumineuses. Dans le cas d'une détection d'un tel dysfonctionnement, le conducteur du véhicule doit en être informé, visuellement par exemple. L'intégration des motifs à partir de plusieurs LED doit être réalisée de façon à minimiser l'exposition de l'optique des LED à la pluie et aux éclaboussures envoyées par les autres véhicules sur routes mouillées.

Dans le cas de sources placées sur des véhicules automobiles, qui seront des cibles pour les véhicules assistés, ces sources supplémentaires peuvent être situées à l'intérieur des optiques déjà existantes comme à l'extérieur, sur la carrosserie ou au bord du toit, et peuvent émettre préférentiellement un signal proche infrarouge. Ce sont par exemple des diodes électroluminescentes ou des diodes laser.

Dans le cas de plusieurs sources émettrices formant un motif géométrique, ce dernier peut être caractéristique de la cible elle-même, un camion ou un véhicule particulier par exemple, différent selon son positionnement sur la cible, à l'avant ou à l'arrière ou sur les ailes d'un véhicule. Ces sources peuvent même posséder un sous-motif pour mieux caractériser le véhicule, par sa gamme de masse, de raideur.

La figure 1_a est un exemple de motifs, M_1 , M_2 et M_3 respectivement, de sources lumineuses, différents selon qu'ils sont positionnés sur un véhicule à l'avant, à l'arrière ou latéralement.

Toutes les sources lumineuses d'un véhicule cible donné doivent émettre un même rayonnement simultané avec une double modulation de fréquences F_e et F_{coms} , dont l'intensité varie selon une fonction périodique du temps avec une fréquence et une durée d'émission déterminées selon les applications et les contraintes technologiques, et identiques pour des raisons de simplification et de robustesse du système. La fréquence d'émission F_e peut se superposer à un signal lumineux de

fréquence inférieure ou remplacer un signal lumineux initialement continu puisque, au-dessus de 25 Hz environ, l'œil humain ne détecte plus les oscillations du signal et perçoit un signal continu, ceci au cas où le signal optique émis se trouverait dans la bande spectrale visible.

Ainsi, le procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile pour la détection de l'environnement comportant un tel dispositif émetteur pour l'émission d'un signal de lumière est caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- (a) émission des pulses avec une fréquence de télécommunication F_{coms} ; et
- (b) émission des pulses avec une fréquence d'émission F_e .

Les pulses de la fréquence de télécommunication se produisant dans les pulses de la fréquence d'émission.

Le dispositif récepteur 10, embarqué sur le véhicule est composé de deux unités de réception qui sont distinctes et qui communiquent entre elles. En effet, la première unité 12 est une unité optronique « Vidéo » accordée à la fréquence d'émission F_e du dispositif émetteur et la deuxième unité 14 est une unité optronique « Télécoms » accordée à la fréquence de télécommunication F_{coms} .

L'unité optronique « vidéo » 12 est composée d'une caméra vidéo sensible au rayonnement visible et/ou proche infrarouge, dont la fréquence d'acquisition F_a des images est supérieure à la fréquence d'émission F_e des sources pulsées portées par la cible. La caméra forme, avec un rapport signal sur bruit suffisant, une image en deux dimensions des sources émettrices, qui doivent être détectées et localisées avec la précision demandée par l'application concernée et jusqu'aux distances souhaitées, grâce à la sensibilité et la résolution de la caméra.

La caméra est associée à des moyens de traitement d'images destinés à délivrer l'information optique produite par la cible porteuse des sources émettrices. Les moyens de traitement utilisent un algorithme basé sur les différences d'images acquises par la caméra à une fréquence F_a qui est supérieure à la fréquence d'émission F_e des signaux lumineux produits par les obstacles à détecter. Les moyens de traitement réalisent une soustraction d'images consécutives, acquises dans un intervalle de temps relativement court pour éliminer l'information complexe et inutile de la scène vue par la caméra pour ne garder que l'information nouvelle entre les images N et $N+1$ par exemple, c'est-à-dire l'information optique produite réellement par les sources lumineuses de la cible. Bien sur, il est tout à fait envisageable d'utiliser les résultats de traitements d'images existant pour enrichir l'information ou pour rendre le résultat de la détection d'image encore plus fiable. Par exemple, si l'application utilise

un traitement d'image qui permet d'extraire les contours d'un véhicule, si on superpose dans cette image de contours, l'image de l'information optique produite réellement par les sources lumineuses de la cible, l'association de ces deux types d'images permettra d'améliorer encore la détection et l'identification du véhicule cible.

La figure 2 est un exemple de vue d'ensemble du système d'assistance à la conduite comprenant un dispositif émetteur E_V positionné sur un véhicule cible V_C et un dispositif récepteur 10 placé à l'avant du véhicule assisté V_A , en haut du pare-brise par exemple, soit au niveau du pied du rétroviseur central soit au niveau de la casquette sur la planche de bord, face au conducteur.

La figure 3_a est un exemple de scène routière se produisant devant un véhicule assisté, et comprenant des cibles équipées de sources lumineuses pulsées L_p selon l'invention. Ce sont par exemple des véhicules V_C . La figure 3_b représente l'image N acquise par la caméra vidéo du dispositif de détection monté sur le véhicule assisté. Les sources lumineuses L_p actives lors de l'acquisition de cette image N sont noircies contrairement à celles qui sont éteintes. Sur la figure 3_c, représentant l'image suivante $N+1$ acquise, les sources L_p précédemment actives sont éteintes et celles précédemment éteintes sont allumées. La figure 3_d est l'image obtenue par différence entre ces deux images consécutives N et $N+1$, c'est-à-dire l'information nouvelle entre ces deux images soit les sources lumineuses pulsées L_p équipant des cibles, sans l'information complexe de la scène existant sur ces deux images.

La figure 4_a est le chronogramme d'émission des sources lumineuses pulsées d'une cible. Le signal est périodique, de fréquence d'émission F_e , de durée d'émission D_e déterminée et donc de durée de silence D_s déterminée. La figure 4_c est le chronogramme de l'émission du signal lumineux S_e pulsé et de l'acquisition des images S_a dans le cas d'une synchronisation entre l'émission et l'acquisition dont la fréquence est égale au double de celle de l'émission. La figure 4_d est le résultat de la soustraction des images prises deux à deux consécutives. Lorsqu'à l'image N , la source n'émet pas de lumière et qu'à l'image $N+1$ elle est allumée, le résultat est un pulse positif P_+ . Par contre, si à l'image suivante $N+2$, la source est à nouveau éteinte, le résultat est un pulse négatif P_- .

Dans le cas où l'acquisition, qui a lieu avec une fréquence égale au double de celle d'émission de lumière, n'est pas synchronisée avec l'émission, comme le montre la figure 4_e, le résultat de la soustraction de deux images consécutives se présente, dans la configuration la plus défavorable, sous la forme de deux pulses d'énergie diminuée de moitié par rapport au cas de la synchronisation entre émission et

acquisition (figure 4_f), référencés p_+ ou p_- selon que la source émet ou non de la lumière à l'image N.

L'unité optronique « télécoms » 14 va permettre de détecter la modulation haute fréquence F_{coms} du signal optique. Plus précisément, il s'agit d'un photodétecteur telle qu'une photodiode dont la bande passante permet d'acquérir le signal optique modulé à la fréquence de télécommunication F_{coms} . Suivant la figure 4_b, on comprend que le pulse produit selon le premier niveau de modulation se décompose en deux séries de sous pulses. La première série de sous pulses a pour objectif de synchroniser l'acquisition d'images vidéo avec la génération des pulses à la fréquence d'émission F_e par les sources d'éclairage.

On ne peut donc se retrouver que dans la configuration décrite par la figure 4_c en ce qui concerne la synchronisation entre la source optique et l'acquisition de l'image vidéo. En effet, la fréquence de télécommunication F_{coms} est 100 fois à 10000 fois plus élevées que la fréquence d'émission F_e . Une fois les sous pulses de synchronisation de la modulation haute fréquence du signal détectée par l'unité « télécoms » 14 comme représenté sur la figure 5, l'unité « télécoms » 14 transmet l'information à l'unité « vidéo » 12 qui peut alors déclencher une acquisition synchronisée avec la production du pulse par la source lumineuse. La configuration décrite dans la figure 4_e correspond au cas où l'unité « télécoms » 14 n'est plus opérationnel pour une raison quelconque. Cette configuration défavorable montre que le système peut encore fonctionner en mode dégradé. La conséquence du dysfonctionnement de l'unité « télécoms » 14 se traduisant par une diminution de la portée du système de détection puisque pour des conditions identiques, le signal optique reçu par l'unité « vidéo » 12 dans le cas le plus défavorable est deux fois plus faible que le signal optique reçu par l'unité « vidéo » 12 dans le cas optimal, c'est-à-dire lorsque l'acquisition de l'image est parfaitement synchronisée avec l'émission des pulses lumineux par les sources d'éclairages du véhicule cible. Le codage de l'information des sous pulses de synchronisation doit simplement respecter les contraintes nécessaires à l'obtention d'une bonne synchronisation entre les sources d'éclairage et l'acquisition d'images vidéo, c'est-à-dire permettre un temps de réponse aussi court que possible.

Le mérite de l'invention repose sur le fait que la détection de ce code de synchronisation haute fréquence F_{coms} permet de rendre plus robuste et plus fiable la détection des pulses lumineux par l'unité « vidéo » 12 car ces informations redondantes se renforcent mutuellement (Coopération et Fusion de données). Les sous pulses d'information (figure 5) peuvent contenir toutes les informations utiles à

l'application concernée en ce qui concerne le véhicule cible : vitesse, action de freinage, masse, raideur, etc. Le codage de ces informations est quelconque.

Ainsi, l'invention concerne également un procédé de fonctionnement du dispositif récepteur 10 du système d'assistance dont les étapes sont les suivantes :

(a) réception des pulses reçus avec une fréquence de télécommunication F_{coms} par une unité « télécoms » 14 du dispositif récepteur 10; et

(b) puis déclenchement de l'acquisition des pulses à une fréquence d'émission F_e par une unité « vidéo » 12, ledit déclenchement étant généré par la réception des pulses reçus avec ladite fréquence de télécommunication F_{coms} .

Suite à ces deux étapes successives majeures, l'image de la scène routière est acquise et numérisée par moyen de numérisation 16 de l'unité de réception « vidéo » 12, le signal haute fréquence F_{coms} est lui aussi numérisé par un tel moyen 18 pour extraire l'information de ce signal, tel que la vitesse du véhicule cible, cependant il ne sert pas directement pour l'analyse d'images. Ces données sont ensuite transmises à un moyen de traitement des données 20, tel qu'un logiciel pour calculer et prédire la trajectoire du véhicule comme expliqué ci-après.

Dans le cas où la lumière pulsée, émise en plus des phares équipant le véhicule, provient de plusieurs sources élémentaires formant un motif géométrique, ces derniers permettent, par des calculs géométriques simples à partir des images recueillies, d'obtenir directement le vecteur distance entre le véhicule assisté et la cible à détecter, et d'en déduire un vecteur vitesse avec une très bonne précision. Grâce à de telles informations, robustes et précises obtenues à une fréquence suffisante, il est possible de calculer et de prédire la trajectoire relative entre le véhicule détecteur et l'objet détecté.

Un tel système d'assistance à la conduite par détection de l'environnement peut être avantageusement utilisé pour réaliser la prestation répertoriée sous le nom de « Stop and Go » en situation de bouchon dans le trafic routier, c'est-à-dire de démarrages fréquents en cas de trafic intense à faible vitesse de circulation.

Le procédé de « Stop and Go » en bouchon comporte alors les étapes suivantes, représentées sur la figure 6.

Une fois initialisé le procédé (étape a), le conducteur peut définir les paramètres du système (étape b), soit :

- la distance de suivi ;
- le mode de détection des cibles ;
- le mode de contrôle du véhicule assisté ;

- le seuil de vitesse pour désactiver le procédé.

La distance de suivi entre le véhicule assisté et une cible placée devant lui peut être définie par le conducteur ou bien le système utilise par défaut le paramétrage avec les dernières valeurs mémorisées.

Le mode de détection des cibles peut notamment utiliser le système d'assistance selon l'invention avec source lumineuse pulsée ASL. Une interface Homme-Machine appropriée informera le conducteur de véhicule de la présence d'un obstacle détecté. Ce mode de détection assurera une plus grande fiabilité à la détection que si celle-ci était réalisée sans source lumineuse SSL.

Le contrôle automatique du véhicule, longitudinal et latéral, suppose une détection des marquages au sol, dont la ligne blanche continue, et peut être choisi par le conducteur. Sans un procédé de détection des marquages au sol, la détection seule des cibles placées devant le véhicule, par le système de sources lumineuses pulsées, permet le contrôle de l'avancement longitudinal du véhicule par pilotage de l'accélération et du freinage pendant que le conducteur s'occupe du déplacement latéral du véhicule par l'intermédiaire du volant.

Le conducteur fixe enfin un seuil de vitesse au-delà duquel le procédé d'aide à la conduite est désactivé, par émission d'un message au conducteur qui reprend la main sur l'avancement du véhicule.

Lorsque le procédé est activé à l'étape c) par le conducteur, au moyen de tout type de commande manuelle, vocale, automatique, en situation de bouchon ou de circulation fortement ralentie, la détection des cibles a lieu par le système selon l'invention à partir de sources lumineuses pulsées (étape d). Un capteur vidéo tel que défini précédemment va acquérir une succession d'images à une fréquence supérieure à la fréquence d'émission des sources lumineuses et les envoyer à un algorithme ASIC par exemple qui va, en temps réel, faire la différence entre deux images consécutives N et N+1 afin d'en extraire les images seules des sources pulsées. La position et les contours des sources lumineuses détectées sont transmises à une unité centrale, gérant l'ensemble de ces sources, pour identifier les motifs prédéfinis des sources suivant le type de cible – véhicule vu par sa face arrière, ou latérale, ou avant. L'unité centrale suit de plus leurs évolutions dans le temps – tracking – et prédit leurs positions futures – prédiction -. Lorsque les motifs lumineux détectés font partie des motifs prédéfinis mémorisés dans l'unité centrale, les informations sont directement transférées vers les calculateurs qui gèrent l'interface Homme-Machine et le contrôle longitudinal du véhicule. Par contre, si ces motifs lumineux ne sont pas reconnus par

l'unité centrale, un message est envoyé au conducteur, qui peut ou non valider la détection, de sorte que le nouveau motif lumineux est alors mémorisé dans la base des motifs de sources lumineuses. Si le conducteur invalide cette détection, il reprend la main sur le système d'aide à la conduite. Si de plus, le véhicule est équipé de moyens de détection des marquages au sol (étape e) et que la détection d'une cible est validée à l'étape f), le mode de contrôle automatique d'avancement du véhicule est mis en route, avec une aide longitudinale et latérale (étape g). Dans le cas où la détection des cibles a lieu classiquement par un système sans source lumineuse pulsée, la détection d'un obstacle doit être validée à l'étape h). Dans le cas où le véhicule n'est pas équipé de moyens de détection de ligne blanche au sol, le mode de contrôle latéral du véhicule n'est pas assuré, seul le contrôle longitudinal est mis en œuvre (étape i).

Ainsi, grâce au système d'assistance à la conduite selon l'invention, utilisant des sources lumineuses pulsées dont le signal est capté par une caméra vidéo, le procédé suit le véhicule cible en gardant la consigne de distance prédéfinie par le conducteur.

Il existe plusieurs situations de sortie du contrôle du véhicule en mode automatique, qui sont définies notamment par la perte ou la dégradation de la détection des sources lumineuses, ne permettant plus d'apprécier les distances inter-véhicules dans le cas d'une détection par sources lumineuses pulsées, ou bien par la perte ou la dégradation de la qualité de la détection du véhicule cible par des moyens classiques comme de la qualité de la détection des marquages au sol. Ce peut être également quand la vitesse du véhicule suivi dépasse la vitesse de seuil prédéfinie, quand le traitement de l'image de surveillance inter-véhicule détecte un mouvement d'objet entre le véhicule occupé et le véhicule cible ou bien encore quand une portière ou le coffre du véhicule est ouvert. Si tel est le cas, le conducteur doit reprendre le contrôle du véhicule et valider cette reprise en mains par tout moyen tactile, vocal, commande de l'accélération ou du freinage, etc.

L'avantage du système d'assistance selon l'invention est de garantir une grande fiabilité à la prestation de « Stop and Go » car les sources pulsées sont associées à un algorithme simple et robuste de détection d'une cible, de son identification en tant que véhicule grâce à leurs motifs spécifiques et de calcul de la distance inter-véhicule grâce à l'écartement standard entre les sources lumineuses élémentaires à l'arrière du véhicule cible. De plus, la perte de détection partielle ou complète des sources lumineuses pulsées par la caméra vidéo permet de détecter

rapidement et de façon fiable l'insertion d'un objet, tel qu'une moto ou un piéton dans l'espace entre le véhicule et la cible.

REVENDICATIONS

1. Système d'assistance à la conduite embarqué dans un véhicule automobile pour la détection de l'environnement, ledit système embarqué comportant un dispositif émetteur de lumière se comportant comme une cible à détecter, **caractérisé en ce que** ledit dispositif émetteur émet un signal optique possédant une source lumineuse pulsée à deux niveaux de modulation.
2. Système d'assistance à la conduite selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier niveau de modulation est effectué avec une fréquence d'émission fixe déterminée (F_e), selon une séquence périodique déterminée et un rayonnement dans le domaine visible et/ou infrarouge.
3. Système d'assistance à la conduite selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le deuxième niveau de modulation est effectué avec une fréquence de télécommunication (F_{coms}) plus élevée que la première (F_e), de préférence de 100 à 10000 fois plus élevée.
4. Système d'assistance à la conduite selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le deuxième niveau de modulation se produit à l'intérieur des pulses lumineux du premier niveau de modulation.
5. Système d'assistance à la conduite selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif émetteur comprend plusieurs sources lumineuses élémentaires pulsées, disposées suivant un motif géométrique déterminé et émettant un rayonnement simultané selon un motif temporel également déterminé selon le type de cible répertorié et selon la position des sources sur ladite cible.
6. Système d'assistance à la conduite selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les sources lumineuses élémentaires comprennent soit des feux de signalisation équipant obligatoirement un véhicule automobile, comme les phares ou les codes, et/ou soit de nouvelles sources pulsées émettant à la même fréquence fixe que les feux de signalisation.

7. Système d'assistance à la conduite selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** dans le cas où les feux arrière du véhicule cible comprennent un assemblage de photoémetteurs, les sources lumineuses élémentaires comprennent un motif de diodes électroluminescentes intégré aux feux arrière et dont l'électronique de gestion est dotée d'un module de détection des dysfonctionnements des sources lumineuses.
8. Système d'assistance à la conduite selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'intensité du rayonnement des sources lumineuses pulsées varie selon une fonction périodique du temps, avec une fréquence et une durée d'émission déterminées identiques.
9. Système d'assistance à la conduite selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est utilisé en combinaison avec un système de démarrage et arrêt automatique dudit véhicule assisté.
10. Procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile pour la détection de l'environnement, ledit véhicule comportant un dispositif émetteur pour l'émission d'un signal de lumière, ledit signal étant apte à être reçu par un dispositif récepteur (10) de lumière embarqué sur un autre véhicule, par exemple un véhicule suivant, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :
 - (a) émission des pulses avec une fréquence de télécommunication (F_{coms}) ; et
 - (b) émission des pulses avec une fréquence d'émission « vidéo » (F_e).
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les pulses de la fréquence de télécommunication se produisent dans les pulses de la fréquence d'émission « vidéo ».

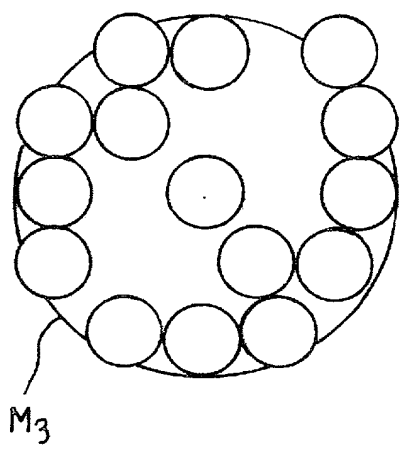
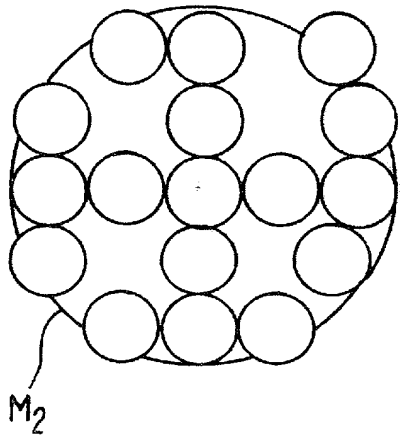
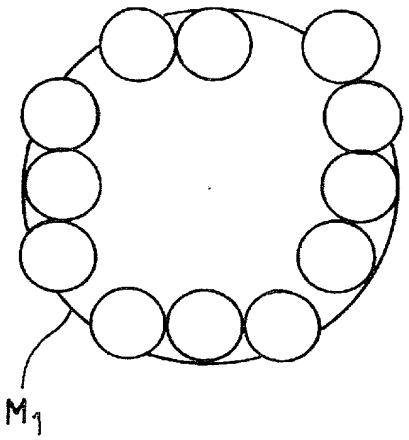
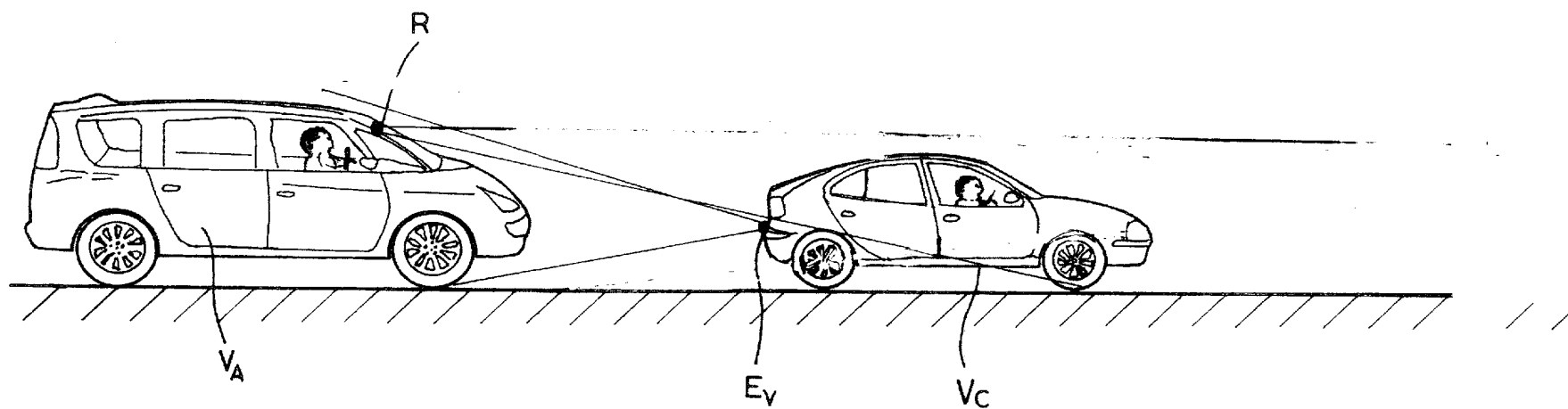


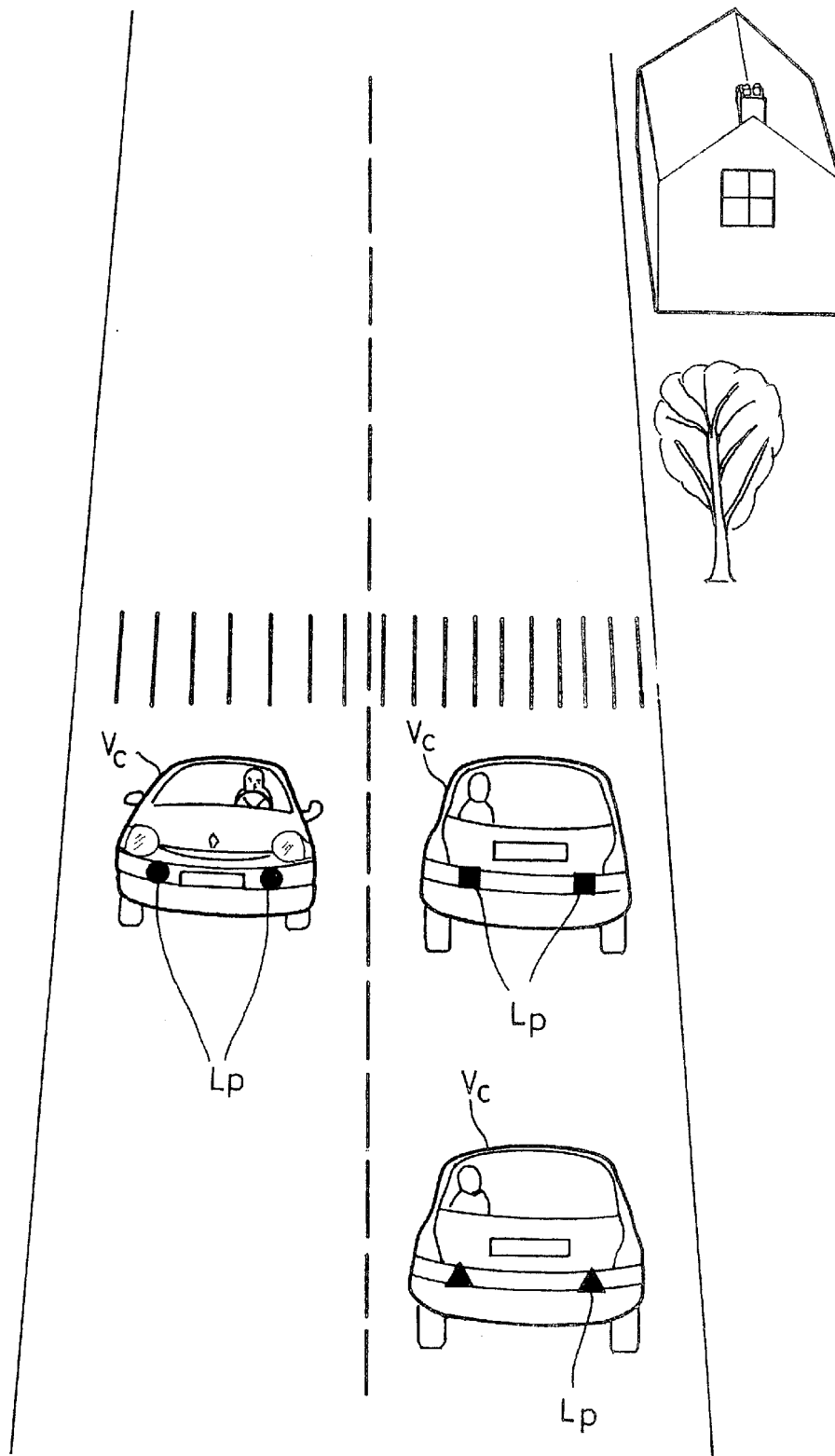
FIG_1a

FIG. 2

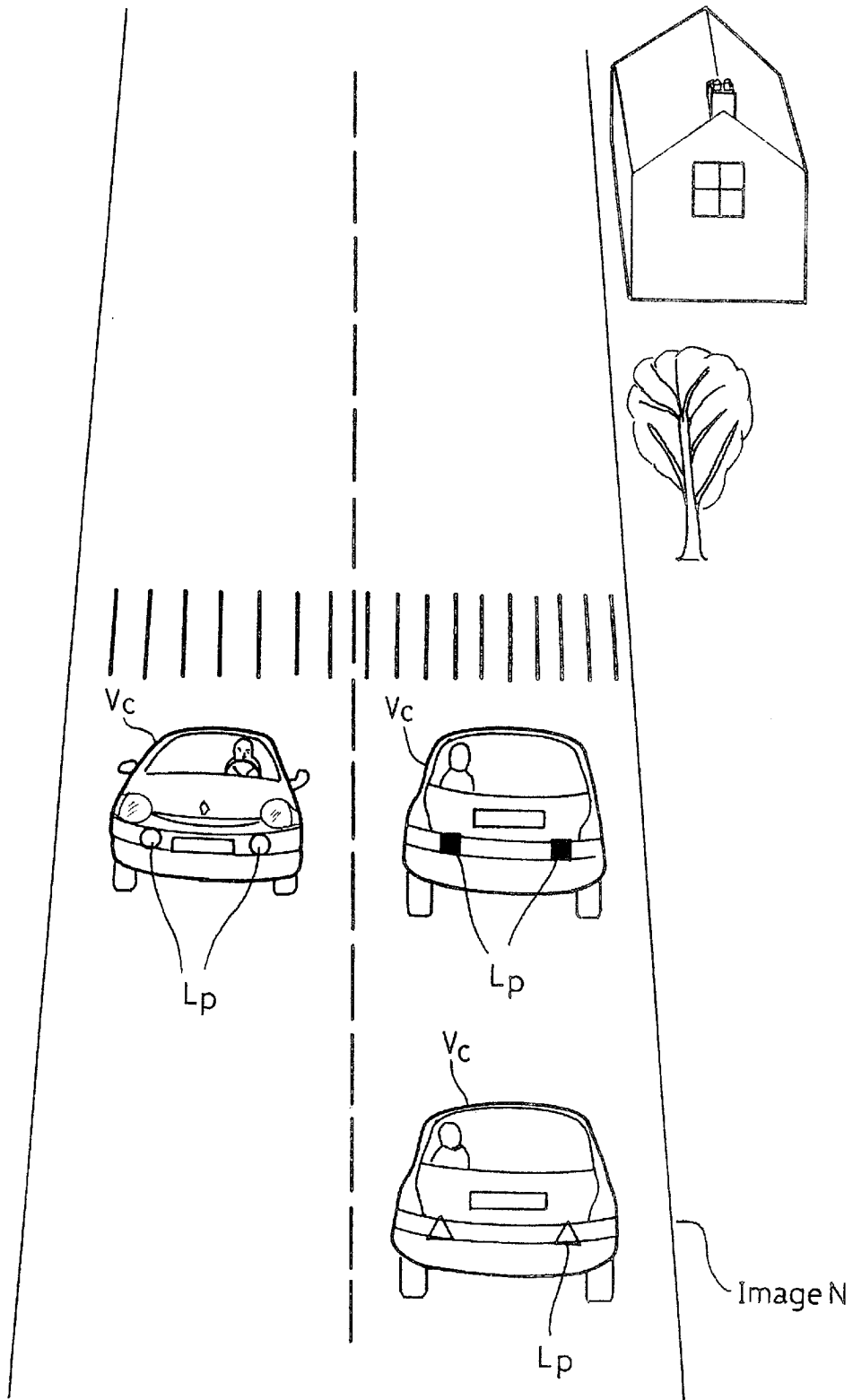


2/40

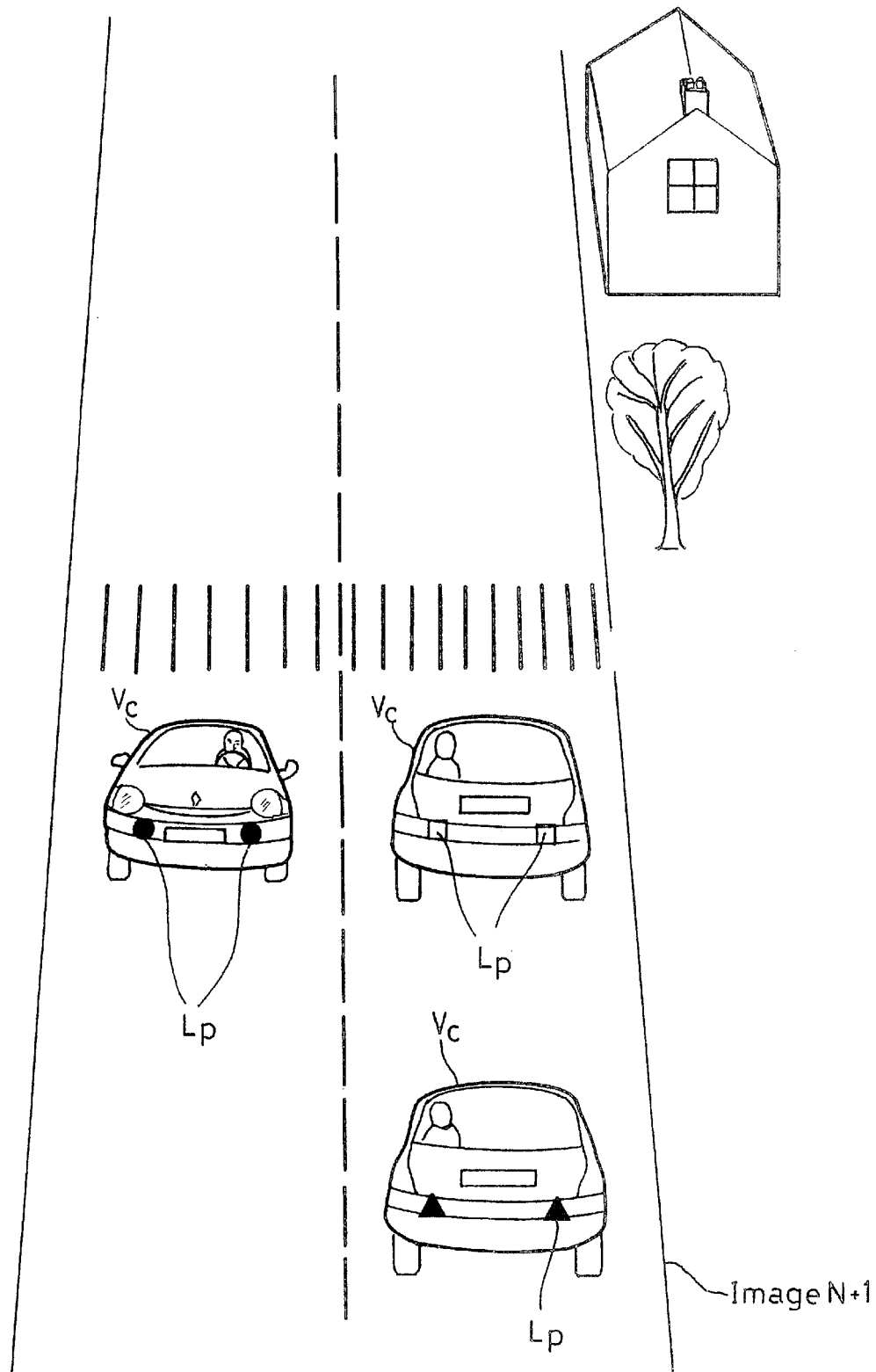
3/10

FIG_3a

4/10

FIG. 3b

5/10

FIG_3c

6/10

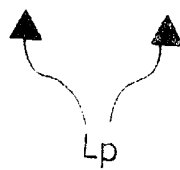
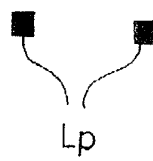
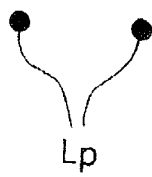
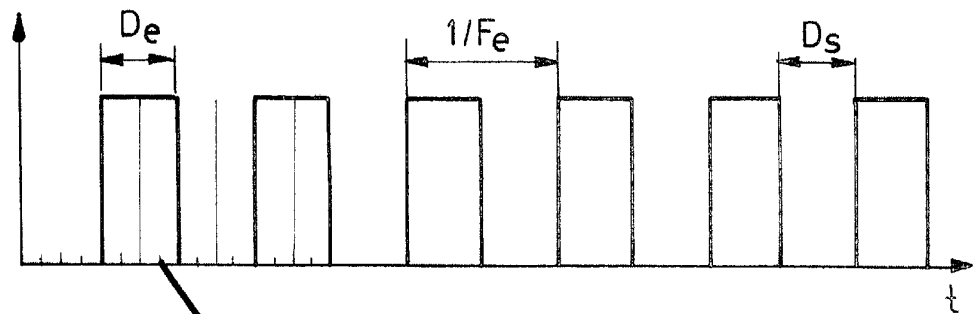
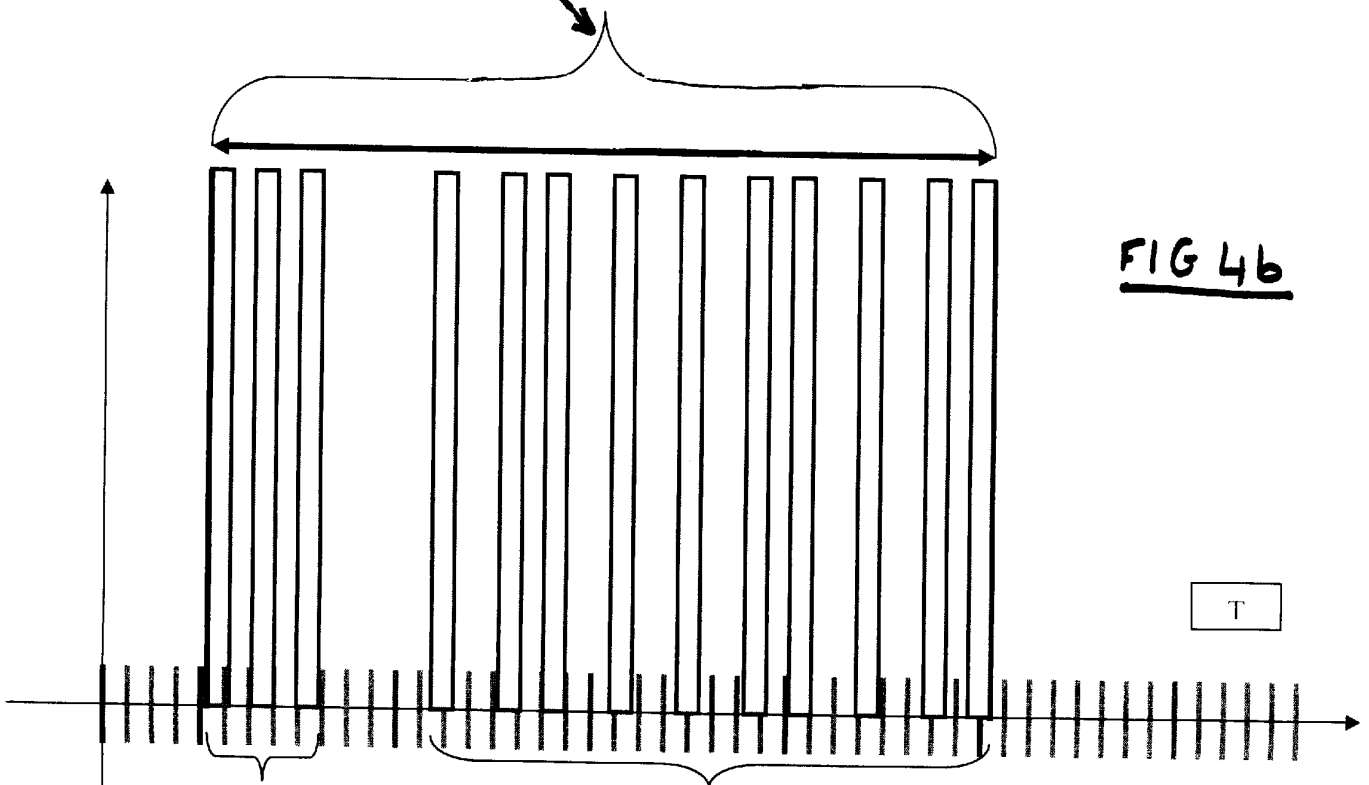
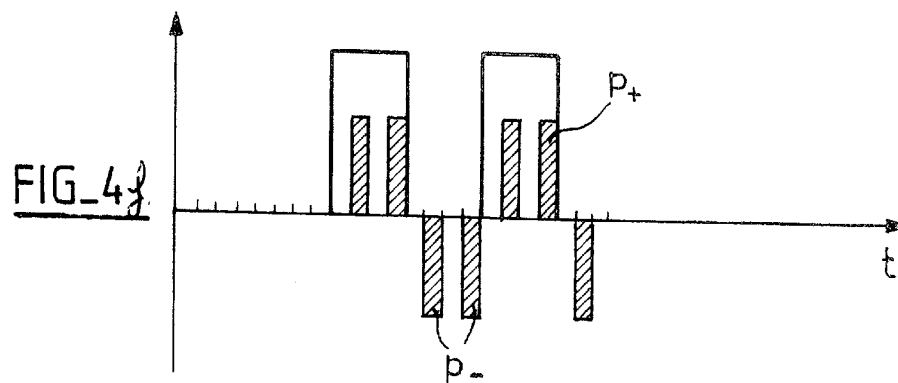
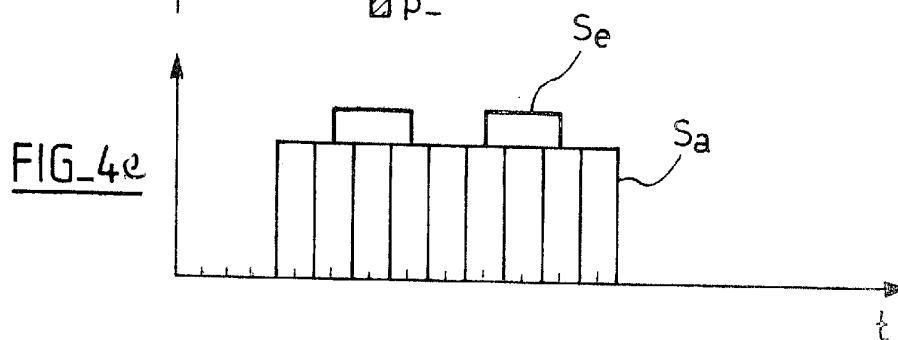
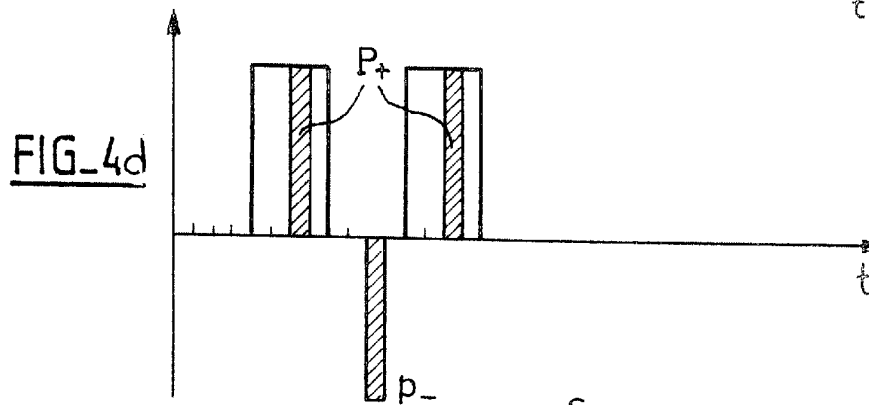
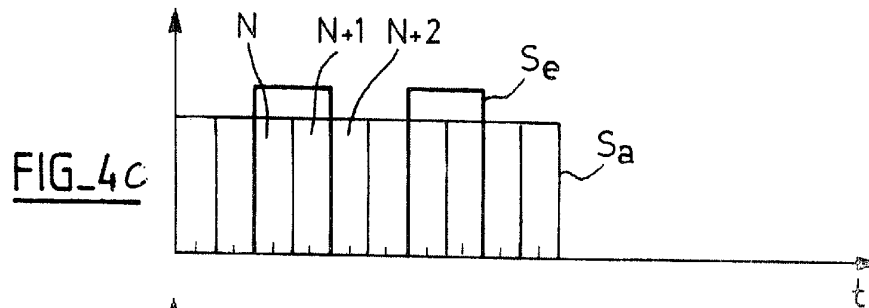
FIG_3d

FIG_4aFIG 4b



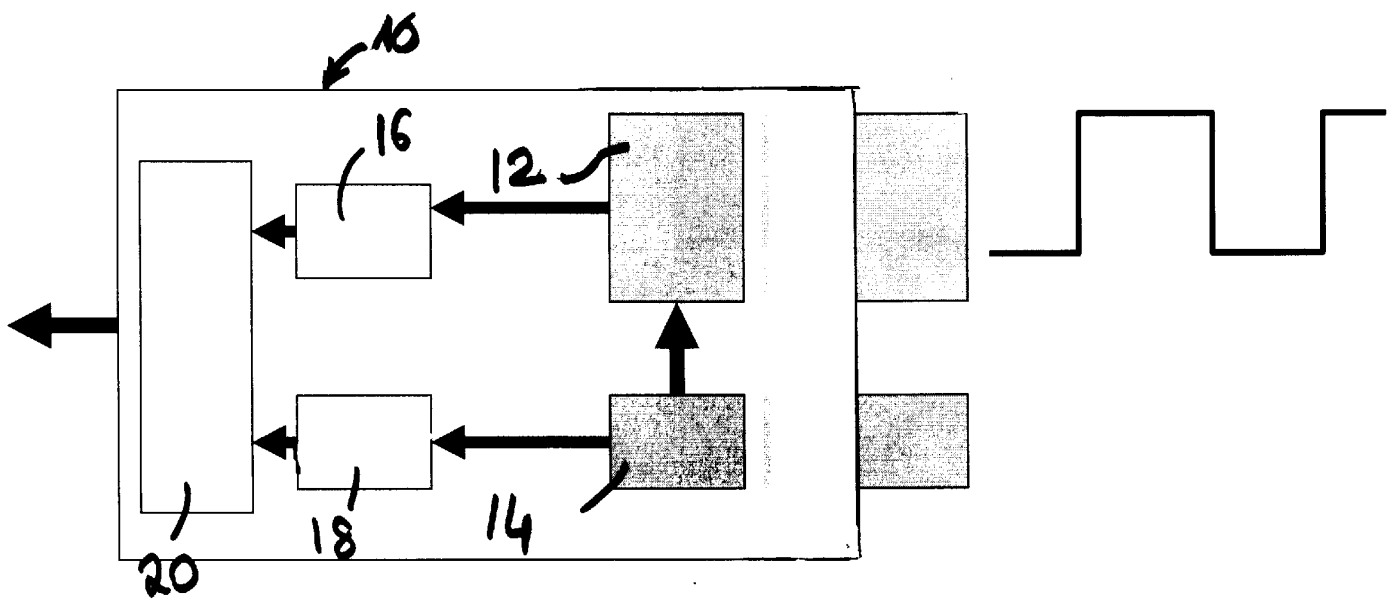
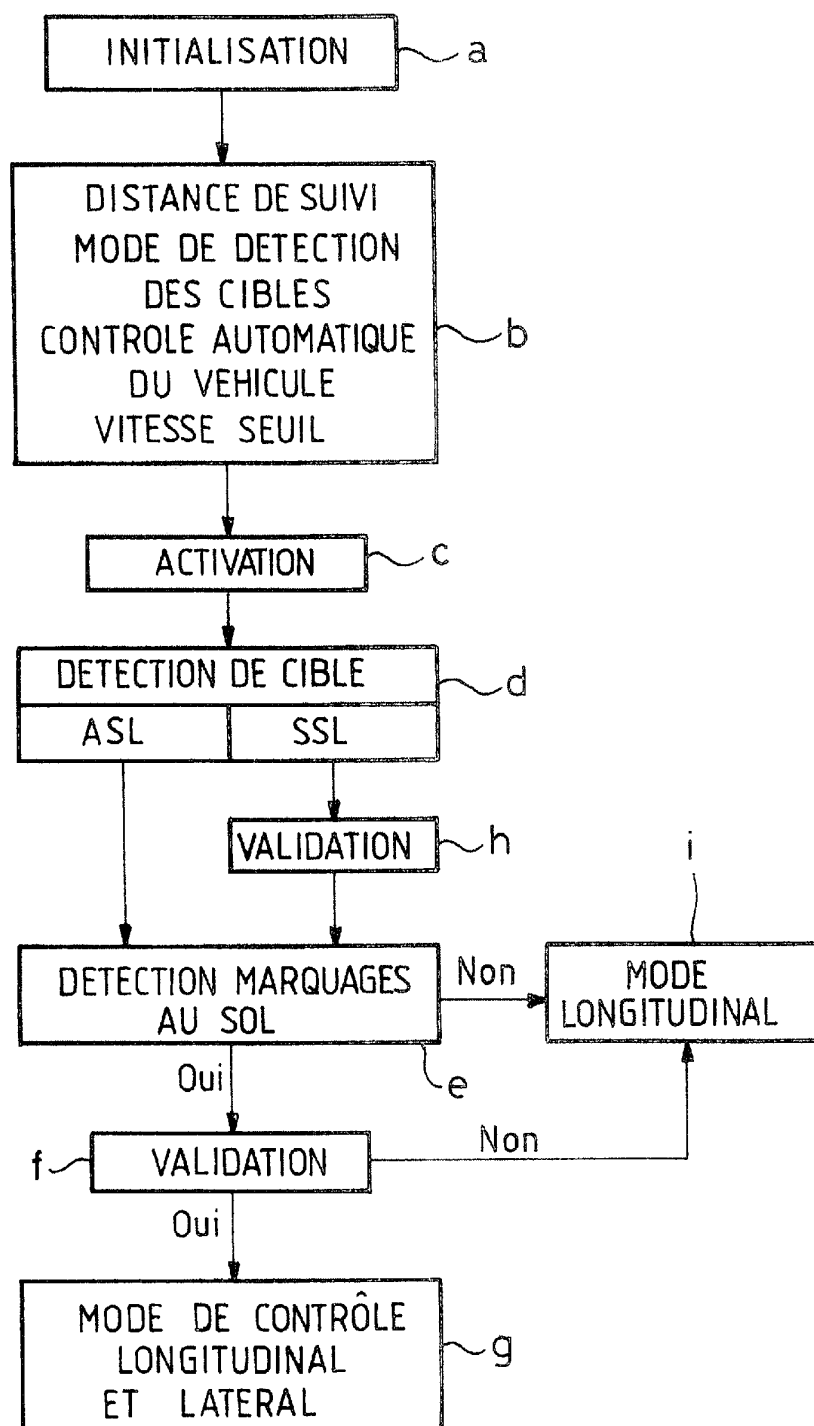


FIGURE 5 -

10 / 10

FIG. 6



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 671448
FR 0553334

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 515 292 A (SONY CORPORATION) 16 mars 2005 (2005-03-16) * alinéas [0026] - [0028]; figure 4 *	1-11	G08G1/00 G01S17/93
X	EP 0 561 353 A (ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION) 22 septembre 1993 (1993-09-22) * colonne 4, ligne 30 - ligne 50; figure 2 *	1-11	
A	US 6 317 691 B1 (NARAYAN SRINIVASA ET AL) 13 novembre 2001 (2001-11-13) * colonne 10, ligne 14 - ligne 38; figure 5 *	1-11	
A	US 5 204 536 A (VARDI ET AL) 20 avril 1993 (1993-04-20) * colonne 4, ligne 6 - ligne 19 *	1-11	
E	FR 2 870 355 A (RENAULT SAS) 18 novembre 2005 (2005-11-18) * le document en entier *	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G08G B60Q
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
23 août 2006		Créchet, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0553334 FA 671448**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **23-08-2006**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1515292	A	16-03-2005	WO 03105107 A1	18-12-2003
			JP 2004013401 A	15-01-2004
			US 2006119489 A1	08-06-2006

EP 0561353	A	22-09-1993	DE 69305765 D1	12-12-1996
			DE 69305765 T2	06-03-1997
			JP 6018667 A	28-01-1994
			US 5249027 A	28-09-1993

US 6317691	B1	13-11-2001	AU 2794301 A	27-08-2001
			EP 1259950 A1	27-11-2002
			JP 2003523299 T	05-08-2003
			WO 0161669 A1	23-08-2001

US 5204536	A	20-04-1993	AU 2189892 A	12-01-1993
			DE 69213938 D1	24-10-1996
			DE 69213938 T2	03-04-1997
			EP 0588946 A1	30-03-1994
			ES 2094915 T3	01-02-1997
			IL 98498 A	25-01-1994
			WO 9222450 A1	23-12-1992

FR 2870355	A	18-11-2005	AUCUN	
