

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Numero de publication:

0 019 559
A1

(2)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numero de dépôt: 80400700.3

(51) Int. Cl.³: G 08 G 1/07

(22) Date de dépôt: 20.05.80

(30) Priorité: 21.05.79 FR 7912912

(43) Date de publication de la demande:
25.11.80 Bulletin 80/24

(54) Etats Contractants Désignés:
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: **Franceries, Christian**
42, rue André Messager
F-33520 Bruges(FR)

(71) Demandeur: **Communaute Urbaine de Bordeaux**
20, Cours Pasteur
F-33076 Bordeaux Cedex(FR)

(72) Inventeur: **Franceries, Christian**
42, rue André Messager
F-33520 Bruges(FR)

(74) Mandataire: **Mongredien, André et al,**
c/o Brevatome 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

(54) Procédé de régulation de circulation de véhicules, dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé et application de ce dispositif à la simulation de trafic.

(57) La présente invention concerne un procédé de régulation de circulation de véhicules, un dispositif pour la mise en oeuvre de procédé ainsi qu'une application du dispositif à la simulation de trafic.

Le dispositif comprend un processeur associé à une mémoire et à des capteurs et des compteurs qui permettent de déterminer la vitesse et le débit des véhicules ainsi que différents paramètres sur des axes principaux menant à un carrefour critique. Chaque axe est découpé en amont du carrefour critique, en maillon d'approche du carrefour critique et sas de régulation. Le processeur commande les feux sur les axes principaux et les voies secondaires, selon des plans de feux contenus dans la mémoire, de manière à maintenir la fluidité de la circulation dans le maillon d'approche.

Application à la regulation de trafic urbain, à la regulation des déplacements des véhicules de transports en commun et des véhicules d'urgence, ainsi qu'à la simulation de trafic.

EP 0 019 559 A1

./...

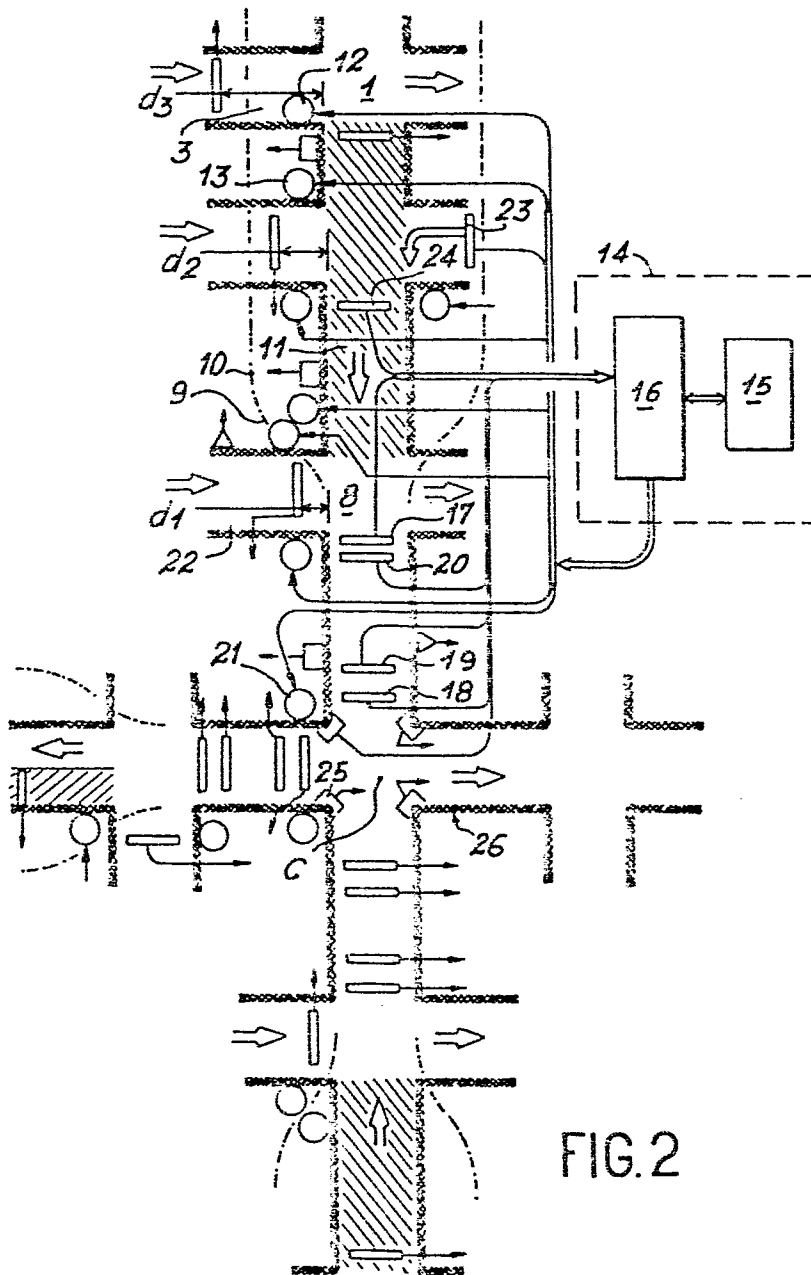


FIG.2

La présente invention concerne un procédé de régulation de circulation de véhicules, un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé ainsi qu'une application de ce dispositif à la simulation de trafic de véhicules automobiles, en fonction de paramètres prédéterminés.

Cette invention s'applique particulièrement à la régulation de trafic urbain important ; elle permet d'éviter des embouteillages dans des passages critiques, d'accroître la vitesse de circulation de véhicules prioritaires tels que des véhicules de transports en commun ou des véhicules d'urgence, de diminuer le taux de pollution atmosphérique due aux gaz d'échappement des véhicules, ainsi que le taux de pollution sonore due au bruit produit par les véhicules en déplacement, ou de la pollution due aux vibrations ; cette invention permet également de réguler la vitesse des véhicules en circulation dans une agglomération urbaine, ce qui favorise de manière très importante les économies d'énergie. De plus, l'invention permet de gérer au mieux la disponibilité des parcs de stationnement et favorise également les économies de l'énergie consommée tant par les feux de régulation de la circulation que par l'éclairage public.

On sait qu'une circulation non régulée, particulièrement en milieu urbain, entraîne de nombreux embouteillages qui provoquent d'importantes pertes de temps, des dépenses d'énergie considérables, une fatigue accrue pour la population... etc.

En définissant l'urbanisme moderne dans la charte d'Athènes, Le Corbusier et ses disciples ont considéré que l'agglomération urbaine devait satisfaire à quatre fonctions essentielles : se loger, travailler, se récréer et circuler. Circuler n'est pas une fin en soi, mais cette fonction intervient à tout instant, et c'est elle qui permet à la cité de fonctionner ; en effet, toute modification de l'habitat dans un secteur urbain a une incidence sur les transports et la circulation. Réciproquement, toute modification de la circulation dans un secteur ou dans une zone urbaine se répercute sur les autres fonctions de la cité.

001955

Il en résulte que devant les grandes difficultés de circulation dans la plupart des grandes villes du monde, les responsables de la régulation de la circulation dans ces villes ont cherché, soit à utiliser des systèmes de régulation qui
5 n'ont jamais donné de bons résultats, soit à réduire de manière autoritaire la circulation dans tous les passages critiques. On assiste donc actuellement à une fuite très importante des bureaux, des commerçants, des acheteurs, etc... vers des zones où de telles restrictions ne sont pas imposées. Il y
10 a donc, dans la plupart des grandes villes de profondes perturbations sociales résultant de la corrélation très importante entre le milieu urbain et les transports. Outre ces problèmes très importants, on est de plus en plus sensibilisé actuellement aux conséquences néfastes, pour l'organisme humain, de
15 la pollution par le bruit, par les vibrations, par les gaz d'échappement, etc. Enfin, les dépenses d'énergie importantes dues notamment aux embouteillages, ne peuvent être négligées.

Les systèmes connus, destinés à réguler la circulation, sont généralement des systèmes de régulation "à boucle
20 ouverte". Comme on le verra plus loin en détail, ces systèmes ne permettent pas d'obtenir une image de la circulation et particulièrement des diverses perturbations momentanées qu'elle subit, ou qu'elle provoque. Il en résulte que ces systèmes ne peuvent adapter la régulation aux perturbations. C'est
25 ainsi, par exemple, que l'on connaît un système de régulation de la circulation, commandé et surveillé par un poste central. Ce poste central contrôle plusieurs ensembles asservis semi-autonomes qui régulent la circulation dans des zones prédéterminées. Cependant, ces ensembles asservis étant semi-
30 autonomes, il est impossible de réagir très rapidement, en temps réel, lorsqu'une perturbation survient au niveau de l'un de ces ensembles semi-autonomes.

On connaît également un autre type de système qui permet de régler les feux de signalisation sur différents
35 axes menant à un carrefour ou passage critique, d'une façon concentrique par rapport à ce passage. Théoriquement, ce

réglage concentrique de la temporisation des feux par rapport aux passages critiques devrait produire un écoulement de circulation uniforme à travers toute l'étendue qui entoure le passage critique. En fait, ce système ne permet pas de tenir compte des perturbations qui peuvent survenir le long d'un axe menant au passage critique ; comme tous les axes qui mènent à ce passage critique sont régulés de manière concentrique, il en résulte qu'une perturbation sur un axe ne peut être prise en considération sans perturber la régulation de la circulation sur les autres axes. Ce système, comme le précédent, ne permet pas d'assurer un débit maximum de véhicules aux passages critiques ; de plus, il ne tient pas compte du degré de pollution par les gaz d'échappement ou de pollution sonore due aux véhicules se trouvant dans le passage critique et sur les différents axes qui mènent à ce passage. Ces systèmes ne permettent pas non plus d'établir des plans particuliers permettant d'assurer au mieux le déplacement de véhicules prioritaires tels que des véhicules de transport en commun ou des véhicules d'urgence (Sapeurs Pompiers, ambulances...).

Un autre système connu consiste à commander les feux de signalisation d'après un nombre de plans temporels déterminé, adaptés aux différentes variations de la circulation survenant à des heures déterminées de la journée. Un tel système comprend, pour chaque feu de signalisation, un agencement individuel de synchronisation dont le réglage peut être modifié, soit directement à proximité du feu, soit à partir d'un poste de commande central. Ce poste de commande central comprend des plans enregistrés de circulation, choisis comme modèles et correspondant aux différentes variations de la circulation à des instants caractéristiques de la journée. Il est évident qu'un tel système ne fonctionne pas en temps réel, puisque les temporisations des feux sont commandées à partir d'un poste central auquel un modèle de circulation est imposé. Ce système a pour inconvénient de ne pas pouvoir adapter la régulation des différents feux de signalisation au trafic réel et notamment aux perturbations



instantanées que peut subir ce trafic. Il en résulte qu'en présence d'une perturbation, le système central continue à fonctionner selon le modèle qui lui est imposé, sans pouvoir tenir compte de cette perturbation. De plus, ce système, 5 comme les précédents, ne permet pas de tenir compte de la présence de véhicules prioritaires dans le trafic, ni de paramètres très importants tels que le degré de pollution, soit sonore, soit gazeuse ; il ne permet pas non plus de réguler la vitesse de circulation des véhicules en fonction 10 des économies d'énergie à réaliser.

Tous les systèmes qui viennent d'être décrits ont pour inconvénient majeur de fixer des plans de temporisation des feux de signalisation, à partir de niveaux d'écoulement moyens, selon des modèles préétablis, qui, comme on l'a vu 15 plus haut ne permettent pas d'adapter la temporisation des feux aux conditions réelles du trafic. Un bon équilibre entre le trafic et le modèle est difficile, voire même impossible à réaliser. Ces systèmes prennent des décisions arbitraires basées sur des séries de paramètres prédéterminés, 20 sans tenir compte des paramètres évolutifs du trafic. Il en résulte que ces systèmes ne fonctionnent correctement que lorsque le trafic correspond entièrement au modèle choisi, ce qui est rare et entraîne donc très souvent des commandes de signalisation beaucoup plus perturbatrices que régulatrices. 25 Outre les reproches essentiels qui viennent d'être énumérés, les systèmes de régulation existants, présentent de nombreux autres inconvénients. Ils ne traitent la circulation qu'en régime fluide et maîtrisent très mal cette circulation en période saturée. Ce manque de maîtrise est principalement 30 dû à l'absence de dispositifs anti-saturation ; en effet, ces systèmes ne contrôlent pas du tout les possibilités qu'offrent le réseau à la circulation, mais contrôlent seulement les demandes d'accès des véhicules dans le réseau (automatisme en boucle ouverte). Ce manque de maîtrise en 35 période saturée est également dû à une absence totale d'une schématisation simple du réseau. Il en résulte qu'en période



saturée, de nombreux embouteillages apparaissent, que le débit des véhicules diminue, ce qui entraîne de nombreux retards pour les automobilistes, pour les transports en commun pour les véhicules de secours et peut également provoquer un accroissement très important du degré de pollution.

Un autre inconvénient des systèmes existants est qu'ils ne permettent pas d'obtenir un rendement suffisant du réseau de voiries. Les causes principales de ce manque de rendement sont l'absence totale d'automatisme de régulation des feux de circulation, en boucle fermée, contrôlant, d'une part la demande de véhicule entrant sur des axes à grande circulation, et d'autre part le débit maximum que ces axes peuvent admettre.

Ce rendement insuffisant des systèmes connus, non centralisés, résulte également d'un manque d'adaptivité et d'action en temps réel, des changements de plans de feux qui sont réalisés en utilisant des régimes transitoires, de l'utilisation de programmes fixes de temporisation des feux à chaque carrefour, de l'interdépendance de plusieurs feux, etc... ; ce rendement insuffisant provoque une chute du débit du trafic pouvant atteindre 20 à 30 % ; l'insuffisance de ce rendement rend impossible la prise en considération des fluctuations instantanées du trafic et nécessite un temps de réponse très important pour toute intervention résultant d'un changement de situation rapide dans la circulation.

Les systèmes existants ne prévoient aucune stratégie particulière pour les véhicules prioritaires tels que les transports en commun (autobus, taxis...) ou les véhicules d'urgence (pompiers, ambulances...). En effet, ces systèmes traitent séparément les problèmes d'espace et de temps et il en résulte que toute action rapide sur la temporisation des feux aux carrefours, est impossible du fait de la présence de contrôleurs locaux semi-autonomes à ces carrefours. Pour aider aux déplacements des véhicules de transports en commun, on a créé des couloirs fixes de circulation pour ces véhicules, ce qui n'améliore pas du tout la circulation des véhicules non prioritaires. De plus, l'absence totale d'aide aux

véhicules de secours est un grave inconvénient pour la population.

Un autre inconvénient des systèmes existants est qu'ils ne tiennent aucun compte de la pollution, soit
5 atmosphérique, soit sonore, provoquée par le déplacement des véhicules. Les principales causes de cette insuffisance sont dues à l'absence totale de maîtrise des foyers de pollution, à l'absence de contrôle et d'intervention, en
10 temps réel, sur les foyers de pollution, en fonction du degré de pollution atteint. Il en résulte une forte augmentation des taux de pollution dans les secteurs fortement encombrés et même des dépassements de seuils dangereux de pollution, soit sonore, soit atmosphérique.

Les systèmes existants ne permettent pas non plus
15 de réaliser des économies d'énergie, bien que des études aient montré que sur un parcours déterminé, une diminution de temps de trajet de 10%, permette de réaliser une économie de carburant de 6% environ. Cette incapacité à réaliser des économies d'énergie résulte principalement du fait que
20 les systèmes existants ne comportent aucune disposition permettant de contenir, à l'arrêt, tous les véhicules excédentaires se dirigeant vers un passage critique. De plus, en période nocturne, l'éclairage public conserve une intensité lumineuse fixe alors que celle-ci, afin de réaliser des
25 économies d'énergie, devrait être régulée en fonction de l'intensité lumineuse environnante et de la circulation sur les différentes voies du réseau. Il en résulte une consommation très élevée de carburant ainsi qu'une consommation excessive d'énergie destinée à l'éclairage public.

30 Un autre inconvénient des systèmes existants est qu'ils n'offrent pas de possibilités d'étude de l'organisation des déplacements dans une ville. Il en résulte que l'on voit apparaître de plus en plus souvent des couloirs de circulation pour véhicules de transport en commun, très mal
35 situés et beaucoup trop longs. Il en résulte également des démolitions inutiles d'ouvrages existants, dues à la méconnaissance des possibilités réelles du réseau de voiries.

Cette méconnaissance laisse supposer que les destructions sont utiles à une meilleure circulation, alors que ce n'est pas le cas.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et, notamment, de permettre, grâce à un procédé et à un dispositif permettant la mise en oeuvre de ce procédé et présentant une grande adaptabilité, de réguler la circulation de véhicules, notamment en milieu urbain. Elle permet de réguler cette circulation, en temps réel, en fonction de divers paramètres relatifs à cette circulation, ces paramètres pouvant varier dans de grandes proportions, en fonction de diverses perturbations que la circulation peut subir ; elle permet également une régulation de la circulation des véhicules prioritaires tels que les véhicules de transports en commun ou les véhicules d'urgence, sans avoir à ménager sur la chaussée, des couloirs permanents de circulation qui réduisent le nombre de véhicules pouvant circuler sur des axes principaux menant à des passages critiques. Elle permet, également, compte tenu de divers paramètres, de réduire la pollution due aux gaz d'échappement des véhicules, ainsi que la pollution sonore due au déplacement de ces véhicules. Elle permet enfin, et ceci de manière importante, d'économiser l'énergie, notamment en faisant circuler les véhicules à une vitesse où leur consommation est moindre, et en régulant, en période nocturne, l'éclairage public ainsi que l'éclairage des feux de régulation de la circulation. Les avantages de l'invention ne sont pas limités à ce qui vient d'être énuméré ; on peut encore considérer par exemple que le procédé et le dispositif de l'invention permettent d'aménager la ville pour le plus grand confort de chacun et même de simuler de nouveaux plans de circulation qui pourront être mis en oeuvre, sans perturber les conditions de vie de la population. L'invention permet aussi d'accroître la sécurité dans les déplacements.

La présente invention vise tout d'abord un procédé de régulation de circulation de véhicules consistant :



- à définir des zones de circulation comprenant au moins un axe principal présentant un passage critique, des voies secondaires débouchant sur chaque axe, des feux de régulation de circulation étant disposés au moins aux intersections des 5 voies secondaires et des axes principaux,
- à déterminer le débit maximum de véhicules que le passage critique peut absorber sur chaque axe principal,
- à définir pour chaque axe principal, à partir du passage critique correspondant, successivement, au moins un maillon 10 d'approche du passage critique ou maillon à circulation fluide entretenue, et au moins une portion d'axe ou sas de régulation, à circulation contrôlée, le débit maximum de véhicules que le passage critique peut absorber sur chaque axe pouvant être momentanément inférieur au débit de véhicules 15 arrivant dans le sas de régulation correspondant,
- à mettre en place le sas de régulation lorsque le débit de véhicules arrivant dans le maillon correspondant est supérieur au débit maximum du passage critique pour l'axe correspondant,
- 20 caractérisé en ce qu'il consiste en outre à appliquer en temps réel, des plans de temporisation des feux sur chaque axe, en fonction de paramètres comprenant la vitesse d'avance et le nombre des différents véhicules, la nature des véhicules prioritaires dans la circulation, les longueurs des files 25 de véhicules en attente dans le maillon, le sas de régulation et les voies secondaires.

Selon une autre caractéristique du procédé de l'invention, on délimite temporairement des couloirs pour véhicules prioritaires de transports en commun dans le sas 30 de régulation, en fonction du débit de véhicule arrivant dans le sas, et de la longueur de la file d'attente des différents véhicules, à l'entrée du maillon à circulation fluide entretenue.

Selon une autre caractéristique, on applique en temps 35 réel les plans de temporisation des feux en fonction d'un paramètre supplémentaire concernant le degré de la pollution provoquée par les véhicules sur chaque axe, et aux passages critiques.

Selon une caractéristique avantageuse du procédé, on définit pour les véhicules prioritaires d'urgence, leurs trajets respectifs, puis on libère le franchissement des feux sur chaque trajet correspondant, en avance sur l'arrivée du véhicule d'urgence, en fonction de la vitesse de celui-ci.

Selon une autre caractéristique particulière, on fait varier l'intensité d'éclairement des feux de régulation et des lampadaires d'éclairage public, en fonction de l'intensité lumineuse de la lumière naturelle et du débit de véhicule sur les différents axes.

L'invention a aussi pour objet un dispositif de régulation de la circulation de véhicules dans une zone présentant au moins un passage critique et au moins un axe principal qui aboutit à ce passage critique, des voies secondaires débouchant sur chaque axe principal et des feux de régulation de circulation étant disposés au moins aux intersections des voies secondaires et des axes principaux et aux intersections des axes principaux et du passage critique, chaque axe principal présentant à partir du passage critique correspondant, successivement au moins une portion d'axe ou maillon d'approche du passage critique, à circulation fluide entretenue, et au moins une portion d'axe ou sas de régulation, à circulation contrôlée, ce dispositif comprenant un système de traitement de l'information, constitué par au moins une mémoire associée à un processeur commandant la temporisation des feux, selon des plans de commande enregistrés en mémoire, caractérisé en ce qu'il comprend dans le maillon de chaque axe principal, un compteur relié au système de traitement et apte à indiquer le débit de véhicules dans ce maillon et, dans le maillon et le sas de régulation, des capteurs associés au système de traitement, ces capteurs étant aptes à déterminer des paramètres relatifs à la longueur des files de véhicules en attente dans le maillon, le sas de régulation et les voies secondaires ainsi qu'à la nature et à l'avance des véhicules prioritaires, chaque plan de feux étant appliqué par le processeur aux différents feux, en temps réel, en fonction de ces paramètres et de ce débit.

Selon une autre caractéristique, le processeur est à fonctionnement cyclique, l'un des cycles étant un cycle d'enregistrement des paramètres relevés par les capteurs et du débit enregistré par le compteur, le cycle suivant étant un cycle de commande de temporisation des feux selon le plan correspondant aux paramètres enregistrés.

Selon une autre caractéristique, le dispositif comprend en outre des capteurs de pollution, aptes à déterminer le degré de la pollution provoquée par les différents véhicules sur chaque axe et aux passages critiques.

Selon une caractéristique importante, le maillon d'un axe principal comporte plusieurs capteurs de longueur de file d'attente, situés à des distances croissantes par rapport aux passages critiques.

Selon une autre caractéristique, les capteurs de longueur de file d'attente dans les voies secondaires sont d'autant plus éloignés de l'axe principal sur lequel ces voies débouchent, que ces voies sont éloignées du passage critique.

Selon une caractéristique avantageuse, le débit maximum de véhicules que peut absorber le passage critique étant prédéterminé, le plan de commande de temporisation des feux sélectionné en mémoire par le processeur pour chaque axe, est celui qui, en fonction des différents paramètres, permet de commander les temporisations des feux dans le sas de régulation et dans le maillon de chaque axe de manière que le débit des véhicules admis au passage critique ne dépasse pas le débit maximum admissible par le passage critique sur l'axe considéré.

Selon une caractéristique importante, lorsque le débit maximum de véhicules que peut absorber le passage critique décroît, le plan de commande de temporisation des feux sélectionné en mémoire par le processeur est un plan d'accroissement du temps de retenue des véhicules dans le sas de régulation.

Selon une caractéristique importante, le plan de commande spécial pour véhicules de transports en commun,

0019559

est sélectionné en mémoire par le processeur lorsque sur l'axe considéré se déplacent des véhicules de transport en commun, et lorsque le débit maximum de véhicules que peut absorber le passage critique a provoqué l'établissement
5 préalable d'un plan d'accroissement du temps de retenue des véhicules dans le sas de régulation.

Selon une caractéristique particulière, le dispositif comprend en outre, dans le sas de régulation et en amont de celui-ci, des capteurs ou balises sensibles à la présence
10 d'un véhicule de transport en commun sur l'axe considéré, ces capteurs étant reliés au système de traitement, des moyens indicateurs de mise en place d'un couloir spécial pour véhicules de transports en commun dans le sas de régulation, ces moyens indicateurs de couloir spécial étant
15 sensibilisés lorsque le plan spécial pour véhicules de transports en commun est sélectionné par le processeur, les capteurs sensibles aux véhicules de transport en commun étant disposés au voisinage de chaque intersection d'une
20 voie secondaire avec l'axe principal, de manière à repérer la présence et la nature du véhicule prioritaire et sa vitesse de progression, de sorte que le processeur régule cette vitesse à partir du plan spécial déjà mis en place pour ces véhicules de transport en commun.

Selon une caractéristique importante, le dispositif
25 comprend en outre, au point de départ des véhicules d'urgence, des moyens reliés au processeur pour que celui-ci sélectionne en mémoire un plan de temporisation des feux spécial pour véhicules d'urgence, correspondant au trajet que chaque véhicule d'urgence doit emprunter ainsi qu'au nombre de
30 véhicules d'urgence devant emprunter simultanément le même trajet.

Selon une caractéristique particulière de l'invention, le dispositif comprend des capteurs sensibles à la présence de véhicules d'urgence, ces capteurs étant situés sur chaque
35 trajet au moins à proximité des feux de régulation, ces capteurs sensibles étant reliés au système de traitement pour que celui-ci commande les feux sur chaque trajet



0019559

prédéterminé, selon le plan d'urgence spécial correspondant, en libérant le franchissement des feux en avance sur l'arrivée de chaque véhicule d'urgence, cette avance étant fonction de la vitesse du véhicule d'urgence sur ce trajet.

5 Selon une autre caractéristique, le dispositif comprend en outre des compteurs, reliés au système de traitement, aptes à dénombrer les places de stationnement disponibles dans différents parcs de stationnement et des moyens d'affichage reliés à l'unité de traitement, aptes à afficher
10 sur les différents axes principaux menant au passage critique, la disponibilité en places de stationnement, dans ces différents parcs.

 Selon une autre caractéristique importante, le dispositif comprend des capteurs d'intensité lumineuse dans
15 l'environnement des axes principaux et des voies secondaires, ces capteurs étant reliés au système de traitement pour que le processeur sélectionne en mémoire un plan de réglage de l'intensité lumineuse des feux de signalisation et des lanternes d'éclairage public situés le long des axes et voies
20 de circulation, en fonction de l'intensité lumineuse environnante et du débit des véhicules sur ces axes et voies de circulation.

 Selon une autre caractéristique, les systèmes de traitement des différentes zones sont reliés à un système
25 central de traitement et de commande apte à échanger des informations avec ces systèmes de traitement de zone, de manière à pouvoir se substituer à l'un quelconque de ces systèmes de traitement de zone.

 Selon une caractéristique particulière, le dispositif
30 de l'invention s'applique à la simulation du trafic de véhicules automobiles, en fonction de paramètres prédéterminés.

 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui va suivre, donnée
35 à titre purement illustratif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :



- la figure 1 représente :

- en (a), un axe principal de circulation sur lequel débouchent des voies secondaires, cet axe secondaire aboutissant à un passage critique,

- en (b), un découpage schématique de cet axe principal ;

- la figure 2 représente schématiquement le dispositif de l'invention appliqué à la régulation de circulation sur des axes principaux arrivant à un carrefour critique ;

- la figure 3 représente schématiquement, un découpage du sas de régulation en tranches successives, ainsi que divers moyens du dispositif de l'invention, intervenant dans ce sas ;

- la figure 4 représente d'autres moyens du dispositif de l'invention, lorsque celui-ci intervient dans la régulation de circulation des transports en commun ;

- la figure 5 représente d'autres moyens du dispositif de l'invention, lorsque celui-ci intervient dans la régulation de circulation de véhicules d'urgence ;

- la figure 6 représente l'organisation générale du dispositif de l'invention, dans le cas où plusieurs zones sont régulées.

En référence à la figure 1, on a représenté en (a) un axe principal de circulation 1 aboutissant à un passage critique C ; des voies secondaires 2,3 débouchent sur cet axe principal. Des feux de régulation de la circulation (non représentés sur la figure) sont disposés à chacun des carrefours entre l'axe principal 1 et les voies secondaires 3 ; ces feux sont constitués de manière connue, par exemple par l'association de trois lampes de différentes couleurs ; deux de ces lampes, verte ou rouge, autorisent ou interdisent la circulation, tandis que la troisième annonce une commutation entre les deux lampes précédentes. On distingue nettement sur la figure, la présence d'un passage critique C, après le carrefour 4 ; on supposera par exemple qu'en 5, après le passage critique, la circulation est plus faible et que les véhicules se déplacent dans le sens de la flèche 6.

On peut ainsi définir, dans une agglomération, différentes zones de circulation comprenant chacune un passage critique et au moins un axe principal qui aboutit à ce passage critique. Le passage critique C peut être considéré comme un passage dont les possibilités d'absorption des véhicules en circulation sont réduites en période de forte circulation. Comme on le verra plus loin en détail, une portion de l'axe principal 1, au voisinage du passage critique, peut être définie comme un maillon d'approche du passage critique tandis qu'un sas de régulation est défini en amont du maillon d'approche. Le maillon d'approche et le carrefour critique présentent un débit déficitaire en véhicules, tandis que le sas de régulation présente un débit excédentaire, en période de circulation chargée. Schématiquement, il est possible d'assimiler les portions à débit excédentaire et à débit déficitaire à une bouteille, telle que schématisée en (b) sur la figure 1. L'orifice 7 de cette bouteille correspond à l'extrémité 5 de la voie principale 1, le goulot 8 représente le goulot d'étranglement ou maillon d'approche à débit déficitaire, tandis que l'épaule 9 correspond à la transition entre le ventre 10 ou sas de régulation, à débit excédentaire, et le maillon d'approche 8. Comme on le verra par la suite, le goulot 8 ou maillon d'approche peut être qualifié de portion à circulation fluide entretenue, tandis que le ventre 10 ou sas de régulation peut être qualifié de portion à circulation contrôlée. L'orifice 7 de la bouteille indique la limite des possibilités du débit de circulation des véhicules, à l'extrémité critique de l'axe principal. Comme on le verra par la suite également, le ventre 10 joue le rôle de sas de régulation qui permet de retenir les véhicules en excédent, dans des portions de voie où leur arrêt ne risque pas de perturber le reste du trafic, lorsque les véhicules qui doivent entrer dans le maillon d'approche déficitaire, sont en surnombre par rapport aux possibilités d'absorption de ce maillon et du passage critique C. Le sas de régulation représente donc une portion de voie



de circulation dont la capacité apparaît excédentaire. C'est par exemple la portion partant de l'extrémité gauche de l'axe 1 et allant jusqu'au niveau des voies 2 et 3. Un léger retard pris dans ce sas de régulation évite le blocage des véhicules 5 au niveau du maillon d'approche et du passage critique et permet ainsi à ceux-ci de gagner un temps considérable. En effet, le procédé et le système de l'invention consistent lorsque le sas est franchi, à entretenir la fluidité de la circulation des véhicules dans le maillon d'approche 8, 10 jusqu'à la sortie 7 du maillon correspondant au passage critique. Il est ainsi possible, grâce à cette image de la circulation, sur chaque axe principal menant à un passage critique, de découper une agglomération urbaine, par exemple, selon des zones comprenant chacune un passage critique et au moins un 15 axe principal présentant au moins un maillon à circulation à fluidité entretenue, et un sas de régulation à circulation à fluidité contrôlée ; ces deux portions d'axe principal forment un couple à circulation déficitaire-excédentaire. Ces zones étant définies, il est alors nécessaire de déterminer 20 sur chaque axe principal le débit maximum de véhicules que le passage critique et le maillon à circulation fluide peut absorber.

En référence à la figure 2, on a représenté schématiquement le dispositif de régulation de circulation, conforme 25 à l'invention, appliqué à la régulation de circulation sur des axes principaux arrivant à un carrefour critique C. La description de ce dispositif et de son fonctionnement permettront également de mieux comprendre le déroulement du procédé conforme à l'invention. On a représenté en pointillé sur cette figure, 30 sur chaque axe principal menant au carrefour critique C, les images fictives, en forme de bouteilles, qui peuvent être attribuées à chacun des axes principaux ; le ventre 10 de ces bouteilles délimite sur chaque axe principal, un sas de régulation 11, représenté par des hachures espacées sur 35 la figure. Les goulots d'étranglement ou maillons d'approche du passage critique C sont représentés en 8. Comme on le verra par la suite, la circulation peut être qualifiée de

0019559

"contrôlée" dans le sas de régulation 11, et peut être qualifiée de "circulation fluide entretenue", dans le maillon d'approche 8. On a également représenté sur la figure, différents feux de signalisation tels que 12, 13, situés, soit sur les voies secondaires 3, soit sur l'axe principal 1. Le dispositif de l'invention comprend un système 14 de traitement de l'information, constitué par au moins une mémoire 15, associée à un processeur 16, commandant la temporisation de différents feux de signalisation tels que 12, 13. Il est bien évident que ces feux de signalisation qui sont représentés sur la figure par un cercle sont des feux de type connu, constitués par trois lampes de différentes couleurs rouge, verte et orange, par exemple. Le processeur 16 commande la temporisation des feux sur les axes principaux et sur les voies secondaires, selon des plans de commande qui sont enregistrés en mémoire et qui seront décrits plus loin en détail. Le dispositif comprend également un compteur tel que 17, situé dans le maillon d'approche de chaque axe principal et qui est relié au processeur 16 du système de traitement. Chaque compteur et un capteur de vitesse, voisin du compteur et non représenté, sur l'axe principal correspondant, sont aptes à indiquer le débit et la vitesse des véhicules dans chaque maillon d'approche, de manière que le système de traitement soit informé à chaque instant de la vitesse et du nombre des véhicules absorbés par ce maillon d'approche, et qu'ainsi, les différents feux puissent être régulés de manière que le débit de véhicules entrant dans chaque maillon d'approche ne soit pas supérieur au débit de véhicules que peut absorber le passage critique C. Des capteurs aptes à déterminer des paramètres relatifs à la longueur des files d'attente des véhicules dans le maillon d'approche, dans le sas de régulation et dans les voies secondaires, ainsi que des paramètres relatifs à la nature et à l'avance des véhicules prioritaires, sont disposés dans le maillon, le sas de régulation, et les voies secondaires ; ces différents capteurs sont reliés au processeur 16 de manière que celui-ci, en fonction de ces différents paramètres

0019559

et du débit, commande la temporisation des différents feux selon le plan correspondant enregistré en mémoire. Ces différents capteurs, ainsi que leurs emplacements seront décrits plus loin en détail. D'une manière générale, le

5 processeur fonctionne cycliquement : le paramètre délivré par chaque capteur est pris en compte par le calculateur toutes les demi-secondes, par exemple. En fonction de ces différents paramètres, le calculateur, grâce à des plans prédéterminés enregistrés dans la mémoire 15, applique le

10 plan de feux correspondant. Ce plan de feux permet au processeur de commander la temporisation des différents feux et notamment les temps de vert, c'est-à-dire de libre circulation, accordés à chacune des voies débouchant sur les carrefours. Il détermine d'autre part les décalages temporels

15 à prévoir entre les carrefours, pour l'établissement des ondes vertes sur les axes principaux. C'est ainsi par exemple que le premier plan de feux présente un cycle de 100 secondes qui permet, dans la régulation de la circulation de chaque axe principal, de ne pas trop empiéter sur le confort des

20 piétons et des usagers des voies secondaires. En effet, on considère que 100 secondes est l'inconfort maximum que l'on peut imposer aux piétons qui veulent traverser un axe principal ou aux usagers des voies secondaires qui veulent déboucher sur cet axe principal ou le traverser. Un plan de

25 feux qui assure un confort maximum présente un temps de cycle de 60 secondes. Ce cycle de 60 secondes est un cycle minimum et ainsi, le temps séparant 60 secondes de 100 secondes a été divisé en tranches de 5 secondes, de manière que pour chaque palier de 5 secondes, un plan de feux nouveau

30 soit établi. Ainsi, chaque zone délimitée, dispose de neuf plans de feux. Le passage d'un plan de feux déterminé à un plan de feux supérieur, s'effectue à la suite de l'enregistrement des paramètres indiqués par les différents capteurs, lorsque cet enregistrement fait apparaître que le volume du

35 trafic en cours, entraîne des difficultés de circulation. Cette mise en application progressive des différents plans de feux est très étroitement liée à la demande de trafic,



en entrée du maillon d'approche.

Le carrefour critique C schématisé sur la figure 2 représente des croisements importants de l'agglomération, vers lesquels convergent de grands flots de circulation ; ce carrefour critique présente une limite de capacité d'absorption de véhicules, de tout un secteur. Les maillons d'approche 8 sont les derniers maillons qui permettent aux flots de véhicules d'accéder au carrefour critique. L'absorption de circulation par ces maillons est déficitaire par rapport aux portions d'axes principaux se trouvant en amont. Il convient essentiellement d'entretenir la fluidité de la circulation des véhicules dans ces maillons, afin de préserver leur capacité, sous peine de réduire arbitrairement et inutilement les possibilités de circulation offertes dans tout un secteur. On verra plus loin en détail comment cette fluidité est entretenue. Les sas de régulation tels que 11 sont situés en amont des maillons d'approche et ils offrent une capacité très excédentaire par rapport à celle des maillons situés en aval, soit du fait de leur configuration, soit en raison du faible temps de feu vert qui leur est accordé. Comme on le verra plus loin en détail, l'ensemble constitué par le carrefour critique, le maillon d'approche et le sas de régulation sur chaque axe principal, constitue un élément fondamental dans le fonctionnement du système conforme à l'invention. Cet ensemble permet en effet de favoriser une exploitation optimale du réseau de voiries, dans l'agglomération. Comme on l'a indiqué précédemment, cet élément fondamental est représenté schématiquement par une bouteille dont l'orifice délimite la capacité maximale de l'axe considéré. Le goulot de la bouteille constitue le maillon d'approche, c'est un maillon déficitaire et il convient de préserver sa capacité à tout prix. Il en résulte qu'il est absolument proscrit de créer des couloirs de circulation de véhicules prioritaires dans le maillon d'approche. L'épaulement 9 de la bouteille constitue l'une des vannes principales d'accès au maillon d'approche et au carrefour critique ; cette vanne permet de n'accepter dans le maillon d'approche qu'un débit de



véhicule conforme à celui que le carrefour critique peut absorber. Le ventre 10 de la bouteille qui contient le sas de régulation 11 constitue une portion d'axe principal qui offre une capacité excédentaire ; c'est dans ce sas de régulation qu'il est possible de créer, comme on le verra par la suite, des couloirs de circulation pour véhicules de transports en commun par exemple. Sur la figure 2, on n'a décrit en détail que l'axe principal 1, mais il est bien évident que les autres axes principaux aboutissant au carrefour critique C sont définis et découpés de la même manière.

On va maintenant décrire de manière plus détaillée, la nature et l'emplacement des différents capteurs reliés au processeur 16 et qui permettent de définir le plan de régulation enregistré dans la mémoire 15, en fonction des paramètres fournis par les capteurs.

Tous ces capteurs ont leur sortie reliée au calculateur 16. On ne décrira en détail que les capteurs et compteurs situés sur l'axe principal 1 menant au carrefour critique C ainsi que sur les voies secondaires 3 aboutissant à cet axe principal. Il est bien évident également que cette description s'applique également aux capteurs et compteurs situés sur les autres axes principaux aboutissant au carrefour critique C.

Les informations fournies par les capteurs permettent au processeur de choisir un plan de feux adapté à la situation du moment. Ce plan de feux est maintenu pendant toute la durée d'un cycle, c'est-à-dire que sa base de temps est comprise entre 60 et 100 secondes. Les capteurs 18, 19, 20 situés dans le maillon d'approche 8, sont des capteurs permettant d'indiquer la longueur des files d'attente des véhicules, lorsque le feu de régulation 21 interdit le passage des véhicules vers le carrefour critique, c'est-à-dire lorsque ce feu est au rouge par exemple. Les capteurs 18, 19, 20 sont situés à des distances croissantes par rapport au carrefour critique C. Ils peuvent être constitués par exemple par des boucles magnétiques, sensibles à la présence de véhicules. Les capteurs 18 et 19 peuvent être qualifiés respectivement de capteurs de longueur de files d'attentes, du 1er degré ou du 2ème degré. En effet, si les véhicules en attente au carrefour critique

SP 1000 DC

0019559

forment une file qui ne remonte que jusqu'au capteur 18, on peut considérer que le carrefour critique présente un débit excédentaire, et qu'il peut absorber tous les véhicules en attente jusqu'au capteur 18. Par contre, si
5 les véhicules en attente au carrefour critique, remontent jusqu'au capteur 19, il est à prévoir que le débit du carrefour critique commence à diminuer et qu'il est nécessaire de passer à un plan de feux supérieur ; ce plan supérieur consiste à commander la temporisation des
10 feux dans le sas de régulation, de manière à augmenter la durée de retenue des véhicules dans le sas de régulation, par exemple en maintenant plus longtemps les feux de couleur rouge dans ce sas de régulation. Le capteur de longueur de file d'attente 20, peut être qualifié de capteur d'anti-blocage et peut être
15 constitué comme les capteurs 18 et 19 par une boucle magnétique. Ce capteur permet, lors d'une perturbation grave, lorsque le carrefour critique présente une capacité d'absorption de véhicules, nettement insuffisante, d'éviter que la file de véhicules en attente dans le maillon d'approche 8,
20 ne vienne empiéter sur l'intersection entre la voie principale 1 et la voie secondaire 22. En effet, si la longueur de la file d'attente des véhicules remonte jusqu'au capteur 20, il faut absolument maintenir les véhicules en attente dans le sas de régulation, par la mise au rouge du feu 23, jusqu'à
25 évacuation du maillon d'approche. Le compteur 17 permet de compter des véhicules qui passent dans le maillon d'approche. Il permet également, par l'intermédiaire du processeur 16, comme on le verra plus loin, d'assurer un débit maximum de la circulation des véhicules dans ce maillon d'approche. Lorsque
30 ce débit maximum décroît, le plan de commande de temporisation des feux sélectionnés en mémoire par le processeur est un plan d'accroissement du temps de retenue des véhicules dans le sas de régulation.

Des capteurs 23 permettent de déterminer la
35 longueur des files d'attente des véhicules dans les voies secondaires ; ils sont disposés sur chacune de ces voies à des distances d_1 , d_2 , d_3 , croissantes par rapport à l'axe

principal 1, au fur et à mesure que l'on s'éloigne du carrefour critique C. Au-delà d'une certaine distance d'un carrefour secondaire au carrefour critique, les capteurs de longueur de file d'attente sont placés près du carrefour. Ces capteurs

5 de type magnétique par exemple, permettent d'informer le processeur 16 sur la longueur des files d'attente des véhicules sur chacune des voies secondaires. Il est essentiel que la file des véhicules en attente dans une voie secondaire, à

10 d'attente des véhicules dans une voie secondaire éloignée du carrefour critique. En effet, comme les véhicules doivent franchir le maillon d'approche aussi rapidement que possible, il est essentiel que le flot des véhicules admis dans ce maillon d'approche à partir d'une voie secondaire, ne soit pas impor-

15 tant au point de venir accroître prohibitivement le débit des véhicules admis dans le maillon d'approche. Par contre, il est possible, dans le sas de régulation, lorsque l'on s'éloigne du maillon d'approche, d'admettre un flot de plus en plus important de véhicules en provenance des voies secon-

20 daires. Le sas de régulation 11 comprend également des capteurs de longueurs de files d'attente 24, de type magnétique par exemple, qui peuvent être qualifiés "d'antiblocage" et qui permettent de commander la temporisation des feux tels que 13, de manière que la file d'attente des véhicules dans le

25 sas de régulation, ne vienne empiéter sur l'intersection entre la voie principale 1 et la voie secondaire 24. Comme on le verra plus loin en détail, le sas de régulation peut être découpé en tranches, entre son entrée et sa sortie, de manière à ne libérer vers le maillon d'approche que le

30 nombre de véhicules contenus dans une ou plusieurs tranches, et qui peuvent être absorbés par ce maillon d'approche. Enfin, le système représenté sur la figure comprend également des capteurs tels que 25, reliés au calculateur 16 et permettant de déterminer le degré de pollution gazeuse et/ou

35 sonore provoqué et/ou de pollution par les vibrations. Ces différents types de pollution peuvent être provoqués par les véhicules en déplacement. Un seul type de capteur a été représenté pour mesurer le degré de pollution, mais il est bien évident qu'il peut y avoir un type de capteur par type

0019559

de pollution. Ces capteurs, en fonction des paramètres qu'ils fournissent au calculateur 16 permettent de réguler la vitesse des véhicules en déplacement, de manière que la pollution créée par les véhicules ne dépasse jamais les limites prédéterminées. Cette vitesse, bien entendu, peut être connue en fonction des résultats délivrés par les compteurs 17 ; la régulation de cette vitesse est également importante car elle est très étroitement liée à l'énergie consommée par les véhicules en déplacement. D'autres capteurs tels que 26, reliés au calculateur 16 permettent de déterminer l'intensité lumineuse, dans l'environnement des axes principaux et des voies secondaires, de manière que le processeur 16 sélectionne en mémoire un plan de réglage de l'intensité lumineuse des feux de signalisation et des lanternes d'éclairage public, non représentées, situées le long des axes principaux et des voies secondaires, en fonction de l'intensité lumineuse environnante et du débit des véhicules sur les axes principaux et voies secondaires.

Les informations qui parviennent ainsi au processeur lui permettent de choisir un plan de feux adapté à la situation du moment ; ce plan de feux est conservé pendant toute la durée d'un cycle, c'est-à-dire que sa base de temps est de l'ordre de 60 à 100 secondes.

L'établissement d'un plan de feux consiste à considérer deux variables essentielles : l'espace et le temps. La construction d'un plan débute par l'étude des possibilités d'absorption du carrefour critique, dont découle directement la répartition de la temporisation des feux verts sur chaque axe menant à ce carrefour critique. En tenant compte de la durée du temps de vert accordé au carrefour critique et de la capacité d'absorption de ce carrefour pour un axe déterminé, le processeur commande les temps de vert à accorder à chaque intersection de l'axe principal avec une voie secondaire, pour que le carrefour critique absorbe constamment un débit maximum de véhicules, notamment en période de circulation très chargée.

En tenant compte ensuite des distances entre les carrefours de chaque axe principal et des voies secondaires et de la vitesse à laquelle on veut voir circuler les véhicules et de la longueur des files d'attente, le processeur commande les temps de vert nécessaires à chaque carrefour.

Le processeur établit ainsi une onde verte qui permet aux véhicules qui sont admis en tête sur l'axe considéré de parcourir le maillon d'approche, sans être arrêté.

On va maintenant expliquer de manière plus détaillée l'établissement de plans de feux particuliers, l'un d'eux concernant le cas où le carrefour critique conserve sa capacité d'absorption, tandis que l'autre concerne le cas où la capacité d'absorption du carrefour critique se trouve réduite par suite d'une perturbation.

Si le carrefour critique conserve sa capacité d'absorption, le choix du plan de feux est fait exclusivement en fonction du volume de véhicules, c'est-à-dire en fonction du nombre de véhicules qui souhaitent franchir le carrefour critique. Les compteurs 17 situés dans les maillons d'approche d'un carrefour critique, informent le processeur sur le volume du trafic se dirigeant vers le carrefour. Le processeur détermine alors si le carrefour peut absorber tous les véhicules qui se présentent à l'entrée du maillon d'approche ; si la capacité de ce carrefour apparaît trop faible, le processeur sélectionne en mémoire un plan de feux supérieur, qui permet d'augmenter la capacité du carrefour.

Au contraire, si la capacité d'absorption du carrefour critique est supérieure au besoin du trafic, le processeur sélectionne en mémoire un plan de feux inférieur commandant la temporisation des feux de signalisation sur l'axe principal, de manière à diminuer le temps de retenue des véhicules dans les voies secondaires et le temps d'attente des piétons ; ce qui améliore le confort de tous les usagers, piétons ou automobilistes. La base



de temps qui est choisie pour le passage d'un plan de feux à un autre, correspond à la durée d'un cycle. Elle est donc de l'ordre de la minute. Cette fréquence particulièrement élevée de changement de plan de feux, rend le système très
5 souple, très efficace et d'une grande adaptabilité. En effet, les systèmes existants, qui utilisent des contrôleurs semi-autonomes de carrefour, ne peuvent changer les plans de feux que toutes les 15 à 20 minutes. Dans le système de l'invention, le plan de feux peut être appliqué progressi-
10 vement et individuellement à chaque carrefour. Le changement de plan commence, pour le premier carrefour de l'axe, à l'extrémité la plus éloignée du carrefour critique, puis ce plan est appliqué en cascades sur les différents carrefours de l'axe principal. De plus, le système permet une
15 adaptation du temps de vert accordé aux différents axes débouchant sur le carrefour critique. En effet, il est fréquent que les comptages de véhicules réalisés à l'entrée de chacun des maillons d'approche d'un carrefour critique, mettent en évidence un changement du nombre de véhicules
20 désirant passer le carrefour critique. Le processeur informé par les compteurs des maillons d'approche commande alors un changement de répartition du temps de vert au niveau du carrefour critique, de façon à favoriser un axe temporairement chargé en récupérant un certain temps de
25 vert sur les axes beaucoup moins chargés.

Dans le cas où la capacité du carrefour critique se trouve réduite par rapport au débit des véhicules arrivant à l'entrée du maillon d'approche, soit en raison d'un accident soit d'un incident ou en raison de tout
30 autre cause, deux situations peuvent se présenter :

La première situation est celle où le plan de feux n'est pas le plan maximal, à temps de vert important. Dans ce cas, le processeur augmente la capacité résultante du carrefour critique en passant à un cycle supérieur
35 pour lequel le temps de vert est accru. Au cycle suivant, le processeur effectue la même opération, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la capacité résultante du carrefour critique corresponde à la demande en entrée.

La deuxième situation est celle où le plan maximal est déjà mis en place. Cette situation peut résulter par exemple d'une progression sensible du trafic ou d'une réduction de la capacité maximale du carrefour critique qui a obligé le processeur à commander la temporisation des feux, selon le plan maximal. Dans ce cas, il faut réduire le débit des véhicules demandant à passer le carrefour critique, de manière à adapter le débit du trafic, à la capacité résultante, en cet instant, au carrefour critique.

Le dépistage de la perte de débit de carrefour critique est réalisé au moyen des informations fournies par certains des capteurs décrits plus haut : les capteurs de longueur de files d'attente disposés en amont du carrefour critique, dans le maillon d'approche, permettent de déterminer cette perte de débit. En effet, lorsque toute la circulation admise sur le maillon d'approche ne peut franchir le carrefour critique, les véhicules arrêtés constituent une file de longueur anormale qui est détectée notamment par les capteurs de longueur de files d'attente 19, 20. Si les véhicules emmagasinés dans le maillon d'approche constituent une file d'attente qui ne remonte au maximum que jusqu'au capteur 18, on en déduit que le carrefour critique débite normalement et il en résulte que le processeur ne sélectionne pas en mémoire un plan de feux supérieur. Par contre si les véhicules constituent une file d'attente qui remonte, par exemple, jusqu'au capteur 19, ou a fortiori jusqu'au capteur 20, le processeur en est informé et il en résulte que ce processeur sélectionne en mémoire un plan de feux correspondant à une réduction du temps de vert au niveau du sas de régulation, c'est-à-dire un temps de retenue plus important dans ce sas de régulation. La durée de présence des véhicules au voisinage du carrefour critique, dans le maillon d'approche, peut également être déterminé par les capteurs de longueur de file d'attente. En fonction de cette durée, le processeur détermine l'amplitude de la perturbation qui provoque une durée de présence supplémentaire des véhicules au voisinage du carrefour critique et calcule la durée qu'il faut enlever au temps de vert, au débouché du sas de régulation

Si un seul maillon d'approche du carrefour critique, correspondant à un axe principal aboutissant à ce carrefour, est touché par la perturbation, le processeur prend en même temps la décision de modifier la répartition du temps de vert sur les autres axes du carrefour critique, au bénéfice du maillon en difficulté.

Si le maillon d'approche se trouve sur le trajet d'un véhicule prioritaire tel qu'un véhicule de transport en commun, il est nécessaire de maintenir la fluidité de la circulation afin de ne pas retarder ce véhicule. Dans ce cas, le deuxième capteur de longueur de file d'attente 19, est positionné à une distance beaucoup plus faible du carrefour critique et éventuellement, le capteur 18 sera validé en longueur de queue active. On verra plus loin en détail la constitution et le fonctionnement du système, dans le cas où la circulation d'un véhicule de transport en commun doit être régulée. Si aucun véhicule de transport en commun ne parcourt l'axe considéré, le processeur prend normalement en compte l'information fournie par le premier capteur 18. Lorsque la perturbation est ressentie sur l'ensemble du maillon d'approche, il n'y a pas de modification de la répartition des temps de vert au carrefour critique, mais seules les retenues dans le cu les sas de régulation sont mises en oeuvre. Lorsque dans un plan de feux, il y a par exemple réduction du temps de vert offert aux véhicules retenus dans le sas de régulation, ce temps est mis en mémoire, et au cycle suivant, si la perturbation a disparu, une fraction de ce temps de vert est encore enlevée au temps de vert normal du plan de feux en cours.

De même, au cycle qui suit, il y a encore enlèvement d'une fraction moins importante de temps de vert. S'il se confirme que la perturbation a réellement disparu au troisième cycle, le temps de vert n'est plus modifié. Ainsi, il est possible d'agir en temps réel sur chaque feu en fonction des perturbations instantanées dans la circulation.

Enfin, il est possible que sans aucune perturbation et sans que le carrefour critique ait perdu de sa capacité d'absorption, cette dernière soit devenue insuffisante par rapport à la demande de véhicules, à l'entrée du maillon d'approche. Dans ce cas, les capteurs de longueur de file d'attente 18, 19 permettent de constater cette insuffisance et le processeur prend alors l'initiative d'appliquer un plan de feux consistant à réduire le temps de vert à la sortie du sas de régulation, de manière à réduire le débit des véhicules admis à se diriger vers le carrefour critique, en empruntant le maillon d'approche. Il en résulte alors des retenues dans le sas de régulation, avec la mise en oeuvre de moyens qui seront décrits plus loin en détail et qui permettent de réduire dans ce sas, le nombre des arrêts et redémarrages, de manière à économiser l'énergie et à ne pas accroître la pollution dans l'environnement de ce sas. De plus, il est alors possible, comme on le verra plus loin en détail, de mettre en oeuvre les couloirs spéciaux de circulation de véhicules de transport en commun.

L'ensemble du système s'appuie sur une régulation des axes principaux et les différents plans de feux prévoient les temps de vert nécessaires aux déplacements des véhicules sur ces axes. Il en résulte une répartition correspondante des temps de vert sur les voies secondaires aboutissant à ces axes principaux. Les temps de vert qui sont prévus dans les différents plans de feux sont susceptibles d'adaptation. En effet, il est possible que sur une voie secondaire, tout le temps de vert ne soit pas nécessaire, du fait d'une faible arrivée de véhicules par cette voie secondaire.

Dans ce cas, les capteurs de longueur de files d'attente tels que 23, disposés dans les voies secondaires, contrôlent la longueur des files d'attente des véhicules, aux carrefours de ces voies secondaires avec les axes principaux. Si la longueur d'une file d'attente sur une voie secondaire ne dépasse pas la position du capteur tel que 23, c'est que la demande des véhicules désirant entrer sur un axe principal est satisfaite. Dans ce cas, le processeur central en est

SP 1000 DC



informé ; il commande la temporisation des feux sur la voie secondaire considérée, de manière à passer au rouge sur cette voie et rend ainsi au carrefour correspondant sur l'axe principal, un temps de vert récupéré sur la voie secondaire.

5. Il s'agit là d'une adaptation à caractère local mais centralisée. Comme on l'a indiqué plus haut, divers capteurs tels que 25, sont disposés en divers points de chaque axe principal, des carrefours critiques et également des voies secondaires ; ces capteurs permettent de mesurer le taux de pollution créée par les gaz d'échappement des véhicules ou de pollution sonore produite par le bruit des véhicules en déplacement ou même le taux de pollution par les vibrations. Ces capteurs sont reliés au processeur et permettent d'éviter que la pollution gazeuse, sonore ou par vibrations, n'atteigne des degrés inadmissibles pour l'organisme humain et à l'environnement en général.

- La pollution atmosphérique provoquée par les gaz d'échappement des véhicules dépend de plusieurs paramètres : elle dépend tout d'abord des caractéristiques et des réglages des moteurs des véhicules, des conditions atmosphériques, de la configuration des sites traversés par les véhicules, du nombre de foyers de pollution, de l'allure générale des déplacements et particulièrement de la vitesse des véhicules. Il est donc important de modifier la vitesse des véhicules en déplacement, en fonction du degré de pollution atmosphérique indiqué par les capteurs. D'après des mesures effectuées, il apparaît que la pollution est maximale lorsque le véhicule est arrêté, le moteur tournant ; cette pollution décroît rapidement dès que le véhicule prend de la vitesse, puis le taux de pollution diminue progressivement jusqu'à ce que le véhicule atteigne une vitesse voisine de 45 à 50 km/heure. Au-delà de cette vitesse, le taux de pollution se stabilise. Il est donc nécessaire que les véhicules, lorsqu'ils se déplacent, le fassent à une vitesse supérieure ou voisine de 45 km/heure. D'autre part, il existe une corrélation étroite entre le nombre de véhicules et le degré de pollution ; il est donc possible d'enregistrer dans la mémoire du processeur un plan

de régulation de la vitesse et du nombre des véhicules, permettant de limiter au maximum le degré de la pollution atmosphérique provoquée par ces véhicules. Ce plan est établi en recensant et en classant les carrefours de voies secondaires et d'axes principaux, en fonction du nombre de véhicules qui y passent. De cette étude peuvent être déduites les données suivantes : les carrefours critiques vers lesquels convergent de grands flots de circulation comprennent de nombreux foyers de pollution. Les maillons d'approche de ces carrefours critiques qui reçoivent aussi une circulation intense, comprennent eux-aussi de nombreux foyers de pollution. Le carrefour critique est un carrefour vital pour la circulation et pour le fonctionnement de l'agglomération. Il est nécessaire d'agir de manière très sérieuse au niveau de ce carrefour et au niveau des maillons d'approche de manière que le taux de pollution ne dépasse pas un seuil critique pour la santé de l'homme. Ainsi, pour le carrefour critique et le maillon d'approche, il est difficile de limiter la circulation en nombre de véhicules, mais le plan sélectionné en mémoire 15 par le processeur 16 permet aux véhicules de passer le carrefour critique et le maillon d'approche, à une vitesse favorable à la limitation de la pollution ; cette vitesse est voisine de 45 km/heure. Pour cela, des pelotons de véhicules sont organisés en amont du carrefour et du maillon d'approche, dans le sas de régulation, de manière que ces pelotons de véhicules franchissent, le carrefour critique, à une vitesse voisine de 45 km/heure. Cette obligation conduit à assurer la fluidité de la circulation dans le maillon d'approche, en liaison avec le carrefour critique ; cette fluidité est en outre nécessaire, comme on le verra plus loin, pour les transports en commun. Dans le sas de régulation, les véhicules excédentaires ne progressent que par bonds successifs, à faible vitesse, jusqu'aux abords du maillon d'approche. Il en résulte que dans le sas de régulation, les véhicules provoquent une pollution atmosphérique importante, mais leur nombre est bien moindre que dans le maillon d'approche et qu'au carrefour critique. La pollution est limitée par arrêt des moteurs et limitation des arrêts et redémarrages. Le taux de pollution

0019559

est mesuré en temps réel par les capteurs 25, qui peuvent
être des capteurs d'oxyde de carbone ; les informations
fournies par ces capteurs sont traitées par le processeur
qui régule en conséquence les temps de feux sur les différents
5 axes, de manière que la pollution n'atteigne jamais le degré
limite. Ces capteurs sont scrutés en permanence par le proces-
seur ; celui-ci outre une action sur la régulation de la
circulation, permet comme on le verra plus loin en détail,
d'informer les conducteurs des véhicules arrêtés dans le sas
10 de régulation, du temps d'arrêt qu'ils auront à subir dans
ce sas, de manière que les conducteurs puissent arrêter leur
moteur pendant ce temps d'arrêt. Outre les capteurs tels que
25, qui permettent de mesurer le taux de pollution, d'autres
capteurs destinés au traitement de ce problème et qui ne
15 sont pas représentés sur la figure, peuvent également inter-
venir, ces capteurs sont par exemple destinés à mesurer la
direction et la vitesse du vent, afin de permettre d'établir
les seuils de circulation admissibles en fonction de la
pollution, de la direction et de la vitesse du vent, selon
20 les voies de circulation. Lorsqu'un seuil de pollution est
atteint pour l'une des voies de circulation ou pour un
carrefour, le système prend l'initiative de mettre en oeuvre
un certain nombre de mesures préventives ; ces mesures
peuvent consister en des délestages, des modifications, des
25 répartitions des temps de vert aux carrefours critiques,
etc...

Des capteurs de bruit, non représentés sur la
figure, peuvent être disposés éventuellement aux mêmes
emplacements que les capteurs permettant de mesurer la
30 pollution atmosphérique, de manière à déterminer le degré
de pollution sonore sur les différentes voies de circulation.
Ces capteurs sont bien entendu reliés au processeur, de
manière que celui-ci commande la temporisation des différents
feux afin que la pollution sonore n'atteigne pas un degré
35 limite nuisible à la population. Le bruit agit en effet sur
le comportement des individus et le taux de pollution sonore,
sensible à la population environnante dépend essentiellement
des paramètres suivants : caractéristiques et réglages des
véhicules, configuration des sites, nombre de foyers de
40 pollution sonore, vitesse des véhicules, mode de régulation

de la circulation ; en effet, les arrêts et les redémarrages sont générateurs d'une pollution sonore importante. La vitesse des véhicules intervient aussi de manière très importante dans la pollution sonore car le bruit produit par un véhicule croît très rapidement avec sa vitesse. Les parties de voiries les plus exposées à la pollution sonore sont les carrefours critiques, en raison du nombre de véhicules qui y transitent, et les maillons d'approche du carrefour critique, en raison du nombre de véhicules, mais surtout en raison de la vitesse de ceux-ci. Enfin, les sas de régulation sont très exposés à la pollution sonore, puisque les arrêts et redémarrages dans ces sas sont très fréquents lorsque le réseau en aval est déficient. Il apparaît, lorsque le système est en fonctionnement, que le plan de feux qui permet d'éviter d'atteindre un degré limite de pollution atmosphérique, permet également d'éviter d'atteindre le degré limite de pollution sonore. Il est à remarquer que les capteurs de pollution sonore sont indispensables sur les maillons d'approche où les véhicules peuvent prendre une vitesse importante. Or, sur ces maillons d'approche, sont également prévus des compteurs qui permettent de déterminer aussi la vitesse des véhicules. Le processeur 16 comprend bien entendu une horloge, non représentée, qui permet de tenir compte des périodes diurnes ou nocturnes, au cours desquelles l'effet de la pollution, ressenti par les habitants, est différent.

Le système représenté sur la figure comprend également des capteurs sensibles aux ondes radioélectriques, non représentés sur la figure et qui peuvent être disposés aux mêmes emplacements que les capteurs destinés à mesurer le degré de pollution gazeuse ou sonore. Ces capteurs permettent de contrôler le taux de la pollution par ondes radioélectriques ; en effet, des études récentes montrent que cette pollution peut avoir des effets néfastes sur l'organisme humain, les animaux et les végétaux. Or, de nombreux véhicules comprennent des émetteurs embarqués, et il est important de contrôler le degré de pollution par ondes radioélectriques, afin que les durées d'émission de ces émetteurs embarqués, soient limitées pour ne



0019559

pas provoquer des dépassements de seuils de pollution par ondes radioélectriques. Ces capteurs sont reliés au processeur qui est ainsi constamment informé de l'importance du degré de pollution par ondes radioélectriques.

5 Des capteurs 26 permettent de détecter l'intensité lumineuse environnante ; ces capteurs sont reliés au processeur qui commande la régulation de l'intensité lumineuse des feux de circulation et des lanternes d'éclairage publique (non représentées). On a remarqué que l'éclairage devait être maximal lorsque
10 la circulation est importante, en période d'obscurité. Le processeur informé de l'intensité lumineuse environnant les différentes voies et du débit de la circulation, commande la modulation de l'intensité lumineuse des feux de circulation et des lanternes d'éclairage public, de manière que lorsque la
15 luminosité extérieure baisse et atteint un certain seuil, l'éclairage public soit mis en oeuvre à bas régime ; lorsque l'obscurité s'accroît, le niveau d'éclairage public et des feux de circulation est progressivement relevé jusqu'à un maximum, en période de forte circulation. Durant la plus grande partie de la
20 nuit lorsque la circulation est faible, un niveau minimal d'éclairage est suffisant. L'intensité lumineuse des feux de circulation pose des problèmes particuliers ; en effet, ces feux consomment beaucoup d'électricité car ils fonctionnent en permanence. La luminance des feux de circulation doit être
25 importante pendant la période diurne, par contre pendant la nuit, en raison du contraste ils peuvent être beaucoup moins lumineux. Il apparaît ainsi qu'une importante économie d'énergie peut être réalisée ; dès que les capteurs 26 qui permettent d'indiquer l'intensité lumineuse de la lumière naturelle, indiquent
30 que l'obscurité est totale, le processeur commande les feux de régulation de la circulation, de manière à réduire l'alimentation électrique de ces feux. En ce qui concerne l'éclairage public, et particulièrement dans les rues piétonnes, il est possible de mettre en oeuvre divers types différents d'éclairage, suivant
35 l'heure et les besoins ; les rues piétonnes sont des rues très commerçantes et lorsque les vitrines sont allumées, leur forte luminance nécessite un éclairage important de l'environnement.

Cet éclairage important peut être obtenu par exemple au moyen de lampes à vapeur de sodium, associées à des lampes à iodures métalliques qui sont allumées simultanément ; cet éclairage est complété par des lampes à incandescence. Lorsque les vitrines sont éteintes, le niveau d'éclairage peut être diminué. Les lampes à iodures métalliques sont alors éteintes et la puissance d'alimentation des lampes à vapeur de sodium est réduite, tandis que les lampes à incandescence restent allumées. Enfin, lorsque le nombre des piétons est très peu important, par exemple après la sortie des spectacles, les lampes à incandescence sont éteintes ainsi que les projecteurs éclairant les façades classées qui avaient pu être allumés à la fin de la période diurne. Tout cet ensemble de lampes est bien entendu commandé par le processeur.

En référence à la figure 3 on a représenté schématiquement l'axe principal 1 au niveau du sas de régulation 10. Ce sas de régulation peut être découpé en tranches successives T1, T2, T3, T4, dont le nombre a été limité à quatre sur la figure pour des commodités de représentation. Le maillon d'approche d'un carrefour critique correspondant est représenté en 8 tandis que les entrées du maillon 8 et des différentes tranches, sont commandées par des feux F, F1, F2, F3, F4. On a représenté en 24 le capteur de longueur de file d'attente limite, à la fin du sas de régulation. Ce capteur 24 qui a déjà été décrit en détail (figure 1), est relié au processeur tandis que les feux F, F1, F2, F3, F4 sont commandés par le processeur de sorte que la mise en oeuvre du plan de retenue des véhicules dans le sas sélectionné en mémoire, permet la libération, vers le maillon d'approche 8, des véhicules contenus dans un nombre de tranches correspondant aux possibilités d'absorption du passage critique. Le sas de régulation ainsi délimité est contrôlé par le processeur, en fonction des possibilités d'absorption en aval vers le maillon d'approche. Des panneaux d'informations I, I1, I2, I3, I4, ou moyens d'affichage, sont reliés au processeur 16 du système de traitement 14, de manière que les conducteurs des véhicules situés dans chacune des tranches, soient informés du temps

0019559

d'attente aux différents feux des tranches du sas. Ces informations peuvent en outre comporter une invitation au conducteur d'avoir à arrêter le moteur de leur véhicule, durant le temps d'arrêt affiché, c'est très important pour réaliser des économies d'énergie. Quelques secondes avant la libération d'une tranche, les moyens d'affichage peuvent indiquer au conducteur qu'il est nécessaire que le moteur de leur véhicule soit remis en marche. Lorsque le capteur 24 qui délimite la fin du sas de régulation est influencé, une avance générale des véhicules des différentes tranches est commandé, de manière à éviter tout débordement de la file d'attente des véhicules, au-delà de la fin du sas, sur un carrefour avec une voie secondaire. Ce découpage en tranches intervient bien entendu lorsque l'absorption de la circulation en aval du sas se trouve déficitaire. Le processeur détermine alors avec précision et à chaque cycle, le volume des véhicules qui peut être libéré, par tranches successives. Les sas de régulation peuvent être équipés, tous les 40 ou 50 mètres environ, de feux tricolores qui peuvent être, bien entendu, les feux des carrefours entre l'axe principal et les voies secondaires débouchant sur cet axe principal, au niveau du sas de régulation. Les feux des tranches non libérées restent au rouge. Au cycle suivant, un nouveau contingent de tranches est libéré et les véhicules ainsi autorisés à progresser ne s'arrêtent plus jusqu'au-delà du carrefour critique. Par ce procédé et grâce au dispositif de l'invention, on évite les arrêts et redémarrages fréquents qui provoquent d'importantes consommations de carburant et élèvent le degré de pollution atmosphérique. Les moyens d'affichage situés le long du sas de régulation ainsi que le long de l'axe principal, en amont de ce sas et sur les voies secondaires, et qui ne sont pas représentées sur la figure peuvent également permettre l'affichage de la disponibilité en places de stationnement, dans différents parcs de stationnement, situés au voisinage des axes principaux ou des voies secondaires. A cet effet, chacun des parcs de stationnement comprend un compteur C relié par sa sortie 30, au processeur, de manière que celui-ci soit constamment informé de la disponibilité en

0019559

places de stationnement dans ces différents parcs. De la même manière, les moyens d'affichage permettent d'indiquer au conducteur des véhicules se trouvant dans des sas de régulation ou en amont de ceux-ci (moyens d'affichage I_n) que des places de stationnements S, à durée très limitée, sont disponibles dans le sas de régulation ; ceci n'est possible que lorsque le débit de véhicules que peut absorber le passage critique est supérieur au débit de véhicules dans le sas de régulation et lorsque dans ce sas, aucun couloir de circulation de véhicules de transports en commun n'a été mis en place, comme on le verra plus loin en détail. L'affichage de la disponibilité en places de stationnement est très important. En effet, il est nécessaire d'établir un équilibre harmonieux entre la capacité du réseau de voiries à écouler la circulation et la capacité de réception du centre en places de stationnement. Cette nécessité conduit à trouver une solution au paradoxe qui consiste à augmenter l'accessibilité au centre d'une agglomération, sans accroître les difficultés de circulation. Comme on le verra plus loin, en détail, l'aide apportée aux transports en commun par le dispositif de l'invention, engage les personnes qui se déplacent à utiliser les transports en commun ; d'autre part, il est possible d'établir une hiérarchisation des parcs de stationnement, afin de limiter la circulation dans les zones très denses. Il est ainsi possible de définir trois types de stationnement : le premier est celui qui est situé dans le centre des villes par exemple, et qui génère de la circulation ; ce type de stationnement satisfait au besoin les usagers qui ont plusieurs points à visiter dans le centre d'une agglomération. Un deuxième type de stationnement correspond à des parcs situés à la limite immédiate de l'hyper-centre, par exemple. Ces parcs de stationnement sont tournés vers l'extérieur de l'agglomération. Ils conviennent parfaitement aux personnes qui, arrivant d'une certaine direction ont à visiter seulement l'hyper-centre de l'agglomération ; ces personnes laissent leur voiture et continuent à pied. Ce type de stationnement convient parfaitement aux usagers qui doivent aller au centre, sans toutefois avoir besoin de leur voiture. Enfin, le troisième type de

0019559

stationnement, situé à proximité des terminus des lignes de transports en commun ou sur le trajet de celles-ci, permettent aux usagers qui ont besoin de leurs voitures pour rejoindre des zones mal desservies par les transports en commun, d'utiliser ces lignes de transports jusqu'à ces terminus ; ayant atteint un terminus, ils peuvent laisser leurs véhicules puis se rendre au centre en utilisant les transports en commun. Ce troisième type de stationnement qui était organisé jusque là en parcs de dissuasion, peut avoir maintenant une fonction différente ; en effet, ces parcs peuvent servir de points de regroupement et ils peuvent être aménagés de façon à offrir un certain nombre de services se rapportant à l'automobile ou aux usagers : stations-services, salles de repos, salles de jeux, etc...

Cette structure hiérarchisée du stationnement permet de satisfaire au besoin des usagers, sans générer une circulation excessive. Pour être efficace, elle est gérée en temps réel par le dispositif de l'invention. Les compteurs tels que 30, dans les différents parcs de stationnement, permettent de connaître le taux de remplissage de ces parcs. Les panneaux I d'informations, qui se trouvent sur les grands itinéraires de pénétration dans une agglomération, informent les automobilistes sur l'état de disponibilité des divers parcs de stationnement situés à proximité de ces itinéraires ; lorsqu'un parc de stationnement est complet, l'utilisateur en est informé et il peut alors en connaissance de cause éviter de prolonger la progression vers le centre de la ville, sachant qu'il ne trouvera plus de place de stationnement. Chacun des parcs de stationnement peut être équipé de capteurs de pollution 31, comparables aux capteurs 25 de la figure 1, ainsi que de détecteurs d'incendie 32, reliés au processeur 16 de l'unité traitement 14 ; dans le cas où le seuil de pollution admissible dans le parc est dépassé ou dans le cas où un incendie s'est déclaré, le processeur qui en est informé applique un plan de régulation contenu dans la mémoire 15, qui commande différents feux de la manière suivante : les feux des carrefours situés en aval de la sortie du parc, sont mis au vert au bénéfice des usagers sortant de ces parcs, afin qu'ils ne soient pas ralentis



0019559

et que l'évacuation du parc puisse se faire le plus rapidement possible. Ces feux sont bien entendu situés sur des voies où le sens de la circulation est celui qui éloigne du lieu de l'incendie.

5 En référence à la figure 4 on a représenté le dispositif de l'invention, dans le cas où le plan de feux sélectionné en mémoire 15, par le processeur 16 de l'unité de traitement 14, est un plan destiné à la régulation de la circulation des véhicules de transports en commun tels que l'autobus A sur la figure. Ce plan est sélectionné en mémoire lorsque sur l'axe principal I considéré, se déplacent un ou plusieurs véhicules de transports en commun. De la même manière que sur les figures précédentes, le sas de régulation est représenté en 10, le carrefour critique en C, et le maillon d'approche de ce carrefour critique est désigné par la référence 8. Le goulet d'étranglement entre le maillon d'approche et le sas de régulation 10 est représenté en 9 tandis que les voitures non prioritaires sont référencées V. Le plan de commande spécial pour les véhicules de transports en commun est sélectionné en mémoire par le processeur 16 lorsque sur l'axe considéré le débit maximum de véhicules qui peut absorber le passage critique C, a provoqué l'établissement préalable d'un plan d'accroissement du temps de retenue des véhicules dans le sas de régulation. Le dispositif comprend des capteurs ou balises tels que A1, A2, A3, A4, A5, A6 ..., sensibles à la présence d'un véhicule de transport en commun sur l'axe considéré. Ces capteurs sont reliés au processeur 16 du système de traitement 14, et des moyens indicateurs I_p , permettent de prévenir les conducteurs des véhicules en déplacement, de la mise en place d'un couloir spécial 33, pour véhicules de transports en commun, dans le sas de régulation 10. Ce couloir spécial peut par exemple être matérialisé sur la chaussée par une ligne lumineuse interrompue, formée par des lampes enterrées, dont l'allumage est commandé par le processeur 16. On a également représenté sur la figure des moyens d'affichage I_g (comparables aux moyens d'affichage I_n de la figure 3) qui permettent de prévenir les usagers des possibilités de stationnement dans le

SP 1000 DC

0019559

sas de régulation, lorsque le plan spécial de véhicules de transports en commun n'est pas mis en place ; ces moyens peuvent aussi indiquer les temps d'attente dans les tranches du sas de régulation.

5 Les capteurs A1,.....A6...., sensibles à la présence de véhicules de transports en commun peuvent être constitués par des balises réceptrices radioélectriques, sensibles à un signal émis par un émetteur 34, embarqué sur le véhicule A de transports en commun. Ces capteurs ou balises sont disposés
10 au voisinage des intersections de chacune des voies secondaires 3, 36 ... avec l'axe principal 1, de manière à repérer la présence et la nature de véhicules de transports en commun, ainsi que sa vitesse. En effet, la distance entre balises étant connue, il est possible de connaître la vitesse de déplacement
15 du véhicule tout au long de son trajet. La nature du véhicule en déplacement, par exemple le numéro de la ligne à laquelle appartient ce véhicule de transport en commun, peut être également reconnu grâce aux capteurs tels que A1 donc par le processeur 16, si le signal électrique émis par l'émetteur 34
20 comporte un code correspondant à la ligne et au véhicule considéré. Le processeur 16 recevant les informations concernant la vitesse et la nature du véhicule en déplacement, régule cette vitesse à partir du plan spécial sélectionné en mémoire. Les
25 feux de régulation tels que 13 ou 35, situés aux intersections des voies secondaires et de l'axe principal, sont bien entendu commandés par le processeur 16. A la dernière intersection située à l'extrémité du sas de régulation 10 avant le maillon d'approche 8, un feu spécial F pour véhicules de transports en commun est commandé par le processeur 16 de manière à passer
30 au vert, quelques secondes avant le feu 13 qui libère le passage des véhicules non prioritaires V. De cette manière le véhicule A de transport en commun, franchit le maillon d'approche en tête du peloton des autres véhicules V, qui restent légèrement en attente à cette intersection. On a
35 également représenté sur cette figure les capteurs 18, 19, de longueur de files d'attente, situés près du carrefour critique C dans le maillon d'approche 8.



0019559

On va maintenant décrire plus en détail comment interviennent les différents capteurs spéciaux pour véhicules de transports en commun, ainsi que les feux de régulation, en amont du sas de régulation 10, dans ce sas, ainsi que dans le maillon d'approche 8. En amont du sas de régulation, par exemple lorsque l'autobus approche du carrefour entre la voie secondaire 3 et l'axe principal 1, le capteur A1 est sensibilisé par les signaux radioélectriques de l'émetteur 34 embarqué sur l'autobus A. Un signal de sortie de capteur informe le processeur 16 de l'arrivée de l'autobus ; si l'autobus est à l'heure ou en retard sur l'horaire prévu et si le feu 35 à cette intersection est au rouge, le processeur commande le passage de ce feu au vert. Par contre, si l'autobus est en avance sur l'horaire prévu, et si le feu 35 était au rouge, le processeur n'intervient pas dans le plan de régulation sélectionné en mémoire. Bien entendu, le plan de régulation sélectionné en mémoire pour les différents véhicules de transports en commun, comporte l'horaire de passage des différents véhicules de transports en commun, aux différentes intersections de l'axe considéré. Après le passage de l'autobus, au carrefour entre la voie secondaire 3 et l'axe principal 1, le processeur 16 commande en amont de cette intersection, l'application du plan de feu normal qui était en cours avant l'arrivée de l'autobus à cette intersection, soit celui que le trafic a nécessité entre-temps. Le rétablissement des plans de feux normaux antérieurs est effectué dès que l'autobus arrive à la hauteur de la balise réceptrice A2, sensibilisée par les signaux émis par l'émetteur 34 ; cette balise informe à cet instant le processeur 16 de l'arrivée du bus à sa hauteur, le plan de feu antérieur est donc rétabli en amont de la balise A2. L'horloge que contient le processeur et qui n'est pas représentée sur la figure, peut être synchronisée lorsque l'autobus démarre en tête de ligne. Ainsi, la régulation de sa vitesse peut être réalisée de la manière indiquée plus haut, soit en avançant soit en ne modifiant pas l'instant de commutation au vert, des différents feux rencontrés par l'autobus en amont du sas de régulation. Afin de ne pas polluer inutilement le milieu ambiant par des

ondes radioélectriques, l'émetteur embarqué 34 peut être complété par un récepteur, non représenté sur la figure, qui permet grâce à un signal d'accusé de réception délivré par la balise, d'arrêter l'émission des signaux produits par l'émetteur embarqué. Cette balise peut comprendre elle-même un émetteur, non représenté sur la figure, elle peut également comprendre un dispositif d'enregistrement et de mise en mémoire des signaux codifiés reçus. En effet, comme on l'a indiqué plus haut, le processeur 16 vient cycliquement scruter les informations délivrées par les différents capteurs du dispositif. Ces informations peuvent être aussi mémorisées sur une plus longue période dans la mémoire 15 du système de traitement 14 ; elles pourront alors être utilisées, comme on le verra plus loin en détail, à des fins statistiques. La plupart des informations cependant, sont utilisées en temps réel ; c'est le cas notamment des informations qui permettent de déterminer si l'autobus est en avance ou en retard sur l'horaire prévu. Des moyens d'affichage, tels que représentés en I_B , peuvent être disposés sur le trajet considéré et notamment aux arrêts de chargement obligatoire de voyageurs, pour informer le conducteur de chaque véhicule de transport en commun, sur son avance ou sur son retard de manière qu'à chaque arrêt, le conducteur attende ou reparte, en fonction du plan de régulation prévu. Lorsque l'autobus A arrive à l'entrée du sas de régulation 10, en période de circulation particulièrement chargée, les moyens d'affichage I_B préviennent le conducteur de la présence d'un couloir spécial pour véhicules de transport en commun, dans le sas de régulation ; à l'intersection de la voie secondaire 36 et de l'axe principal 1, la balise A_3 est sensibilisée par les signaux émis par l'émetteur embarqué ; elle informe le processeur 16 que le feu 37 doit être mis au vert si l'autobus est en retard sur l'horaire prévu et que ce feu peut rester au rouge si l'autobus est en avance sur l'horaire prévu. Après le passage au vert du feu 37, l'autobus arrive dans le couloir spécial du sas de régulation 10, de manière à parcourir ce sas sans être gêné par les véhicules V, en période de circulation chargée. Comme on l'a indiqué plus haut, le couloir de circu-

0019559

lation est un couloir "escamotable" qui n'est établi qu'en période de circulation chargée, de manière à favoriser la progression des véhicules de transports en commun. Les moyens d'affichage I_S dans le sas de régulation, outre l'affichage des informations précédemment citées, peuvent également afficher, à l'usage des conducteurs d'autobus, des informations de même type que celles qui sont affichées par les moyens I_B . De la même manière que précédemment, lorsque l'autobus parvient au niveau de la balise A4, le processeur en est informé et établit en amont du carrefour entre la voie secondaire 36 et l'axe principal 1, le plan de feux antérieur ; le processeur informé du passage de l'autobus au niveau de la balise A4 peut également commander le feu 38, qui est par exemple ici un feu destiné au passage des piétons en 39, de manière que lorsque l'autobus arrive, ce feu passe au vert s'il ne l'était pas déjà. Enfin, lorsque l'autobus arrive au niveau du dernier feu 13, du sas de régulation, avant l'entrée dans le maillon d'approche 8 du carrefour critique C, la balise A5 est sensibilisée au moment où l'autobus passe à sa hauteur ; le processeur 16 informé de ce passage va commander un feu spécial F, pour véhicules de transports en commun, de manière que ce feu spécial passe au vert quelques instants avant le feu 13 destiné aux autres véhicules V, pour que l'autobus s'engage dans le maillon d'approche avant tous les autres véhicules V ; l'autobus parcourt donc le maillon 8, en tête du peloton des véhicules non prioritaires V. Lorsque l'autobus arrive au niveau de la balise A6, le processeur 16 en est informé, il rétablit le plan de feux normal en amont du maillon d'approche. D'autre part, dès le passage de l'autobus au niveau de la balise A4, le processeur 16 valide le capteur 18 en tant que file d'attente, au même titre que le capteur 19. Le processeur 16 informé, grâce aux capteurs de longueur de file d'attente 18, 19, de la longueur des files d'attentes au niveau du feu 40, à proximité du carrefour critique C agit en conséquence au niveau du sas de régulation. Si la file d'attente remonte au niveau du capteur 18, le plan de feu initial est modifié et le temps de vert du feu 13, est réduit. Si cette file d'attente remonte jusqu'au



capteur 19, le plan de feux initial subit une modification plus importante au niveau du sas de régulation, de manière que le feu 13 soit mis au rouge plutôt que prévu, afin que moins de véhicules ne soient admis dans le maillon d'approche et ne gênent ainsi la progression de l'autobus. La mise en place des couloirs escamotables 33 est un aspect important de l'invention. En effet, les couloirs réservés aux transports en commun, ne sont réellement nécessaires que durant quelques heures par semaine. Pendant 22 à 23 heures par jour, ces couloirs seraient une contrainte inutile pour les riverains ; ils gêneraient la circulation et, comme on l'a vu plus haut, cet espace peut éventuellement être réservé à des places de stationnement, lorsque la circulation dans le sas de circulation est fluide et qu'aucune retenue n'est nécessaire du fait que tous les véhicules sont absorbés par le carrefour critique C. Ce couloir spécial est donc mis en place dès que les capteurs de longueur de files d'attente 18, 19 et le compteur 17 fournissent au processeur 16 des informations montrant que le débit du carrefour critique est devenu déficitaire.

En référence à la figure 5, on a représenté les autres moyens que comporte le dispositif de l'invention lorsque ce dispositif intervient dans la régulation du déplacement de véhicules d'urgence tels que les ambulances ou des voitures de pompiers référencés VU sur la figure. Il est supposé que les voitures d'urgence considérées ont à parcourir une partie de l'axe principal 1, pour se rendre du centre de secours P (une caserne de pompiers par exemple) jusqu'au lieu S d'un sinistre. Le dispositif, dans ce cas, comprend en outre des moyens 41, reliés au processeur 16, pour que celui-ci sélectionne en mémoire un plan de temporisation des feux spécial pour véhicules d'urgence et correspondant au trajet que les véhicules d'urgence devront emprunter pour se rendre du centre de secours P au lieu S du sinistre. Ces moyens de sélection de trajet peuvent être constitués de manière connue par des éléments à mémoire contenant des informations relatives au trajet que doivent emprunter les véhicules d'urgence. Le dispositif comprend en outre, à la sortie du centre de secours

0019559

et aux intersections des voies secondaires avec l'axe principal
1 des capteurs P1, P2, P3,, P7 etc..., sensibles à la
présence de véhicules d'urgence ; ces capteurs, comme dans le
cas des véhicules de transports en commun, sont constitués
5 par des récepteurs radioélectriques, sensibles aux signaux
émis par un émetteur E embarqué sur chacun des véhicules
d'urgence VU. Afin de ne pas polluer inutilement l'atmosphère
par des ondes radioélectriques, les capteurs P1....P7 peuvent
être associés à un émetteur tandis que l'émetteur embarqué
10 sur les véhicules VU peut être associé à un récepteur, de
manière que lorsqu'un véhicule d'urgence est passé au niveau
d'un capteur, l'émetteur associé à ce capteur provoque l'arrêt
de l'émission de l'émetteur embarqué sur le véhicule VU.

A la sortie du centre de secours P, un compteur 42,
15 relié au processeur 16, compte le nombre des véhicules
d'urgence qui sortent de ce centre. Le capteur P1, dès la
sortie du premier véhicule d'urgence, en informe le processeur ;
celui-ci commande le passage au vert, de tous les feux situés
à proximité du centre de secours sur l'itinéraire 1. Lorsque
20 tous les véhicules de secours dénombrés à la sortie du centre
P ont traversé un carrefour entre l'axe principal 1 et une
voie secondaire, les capteurs tels que P2 informent le proces-
seur 16 de ce passage ; le processeur établit alors en amont
de ce carrefour le plan de feu initialement en cours. Les
25 capteurs P1....P7, outre la détection du passage des véhicules
de secours permettent de dénombrer les véhicules qui sont passés
à chaque carrefour, et, du fait que la distance entre chaque
capteur est connue, permettent de connaître la vitesse de
déplacement de ces véhicules. Lorsque les véhicules d'urgence
30 sortent du centre de secours P, le plan de feu qui est sélectionné
en mémoire par le processeur 16 permet de commander les feux
de sorte que sur l'itinéraire choisi, ces feux soient mis au
vert, c'est-à-dire libèrent le franchissement des carrefours,
en avance sur l'arrivée de chaque véhicule d'urgence. Cette
35 avance dépend bien entendu de la vitesse prédéterminée à
laquelle les véhicules d'urgence doivent se déplacer sur
l'itinéraire. Ainsi par exemple, si lorsqu'il arrive au niveau

0019559

du capteur P2, le véhicule d'urgence VU est en retard sur son horaire, le feu 43 sera mis au vert mais également le feu 44 et peut-être selon l'importance de l'avance, le feu 45. Au contraire, si en arrivant au niveau du capteur P2, le véhicule d'urgence est juste à l'heure ou en retard sur l'horaire prédéterminé au moment de la sortie du centre de secours, le plan spécial ne sera pas modifié. Il est possible que l'un des véhicules, pour une raison quelconque, quitte l'itinéraire choisi pour prendre une voie secondaire, telle qu'indiquée par la flèche 46. Dans ce cas, après un certain délai de temporisation, par exemple le délai nécessaire à un véhicule d'urgence pour parcourir la distance séparant les capteurs P4, P6, le processeur commande le rétablissement du plan de feu antérieur, sur tout l'axe 1. En effet, après ce délai de temporisation, le processeur considère que les véhicules d'urgence ont quitté l'itinéraire principal choisi au départ. Le dispositif, ainsi que les différents moyens qu'il comporte dans ce cas, permet d'apporter une aide très efficace aux déplacements des véhicules d'urgence tels que les véhicules des sapeurs pompiers, de police, les ambulances ... etc. Dans l'exemple de réalisation décrit, il est possible d'assurer les déplacements des véhicules d'urgence à une vitesse de 60 km/heure. Si la situation de la circulation est très fluide, la mise au vert progressive des feux sur l'axe considéré, se fait avec un très faible décalage par rapport à l'arrivée des véhicules d'urgence. De cette manière, la circulation générale et l'ensemble des usagers, se trouvent peu gênés. Si, au contraire, la circulation est très chargée, la mise au vert se fait beaucoup plus rapidement, de façon que les véhicules arrêtés devant chaque feu soient mis en mouvement plus tôt et libèrent ainsi l'itinéraire, avant l'arrivée des véhicules d'urgence. Dans certaines conditions, il est possible que les voitures d'urgence progressent à une vitesse supérieure à la vitesse de progression choisie. Comme dans ce cas tout gain de temps pour parvenir au lieu du sinistre est important, le dispositif et, notamment l'émetteur embarqué à bord de chaque véhicule ainsi que les capteurs spéciaux tout au long de l'itinéraire,

permettent au processeur de modifier le plan de feux de façon que les véhicules ne soient pas ralentis. Comme on l'a mentionné plus haut, le plan de feux antérieur est rétabli en amont de chaque carrefour, après le passage du dernier véhicule d'urgence à ce carrefour. Ainsi, la gêne pour la circulation des véhicules non prioritaires est très faible. Les capteurs sensibles aux véhicules d'urgence, qui agissent dans le cas où un itinéraire prédéterminé a été établi au départ des véhicules du centre de secours, peuvent également intervenir lorsqu'un véhicule de secours n'a pas sélectionné un itinéraire particulier. Dans ce cas, les véhicules de secours comprennent eux aussi un émetteur embarqué capable de sensibiliser les capteurs qui délivrent alors une information au processeur, de manière que celui-ci commande le passage au vert du feu situé à proximité de ce capteur.

En référence à la figure 6 on a représenté l'organisation générale du dispositif de l'invention. Le dispositif comprend en outre un système central de traitement et de commande PC, apte à échanger des informations avec les systèmes 14 à 14b, 14c etc... de traitement de zones, comparables au système 14 décrit plus haut et reliés, chacun, aux différents capteurs, compteurs, et feux de régulation de différentes zones de l'agglomération. Le système central PC peut éventuellement être connecté à un système de visualisation 47, à une imprimante 48 et à des moyens d'introduction de données 49. On a représenté en 50, la mémoire associée à ce système central. Ce système central permet, par exemple, d'obtenir une visualisation globale du trafic dans les différentes zones, afin d'intervenir dans le cas où des interactions entre zones se produisent ; il permet également de prendre des décisions d'ensemble lorsqu'une alarme est déclenchée, par exemple par suite du dépassement d'un seuil de pollution déterminé dans une ou plusieurs zones ; il permet aussi, en cas d'incendie, de choisir le centre de secours le plus apte à intervenir rapidement, etc... Enfin, ce système central peut permettre des études statistiques sur la circulation et en particulier sur la vitesse de déplacement des véhicules dans les différentes

zones, sur les taux de pollution atteints durant des périodes déterminées, etc...

Les feux de régulation du système qui vient d'être décrit, peuvent éventuellement être reliés à des systèmes autonomes de temporisation, aptes à régler la temporisation de ces feux, par exemple en cas de défaillance du système auquel ce feu est relié.

Le dispositif de l'invention s'applique également à la simulation en temps réel d'un trafic de véhicules automobiles, en fonction de paramètres prédéterminés. Cette application du dispositif de l'invention est très importante. En effet, de nombreux simulateurs ont été construits pour tester des plans de régulation de circulation ; ces simulateurs utilisent pour la plupart, des modèles mathématiques. Malheureusement, ces modèles ne tiennent pas compte des réalités urbaines et, la plupart des résultats obtenus sont inexploitable. Le dispositif de l'invention peut être utilisé comme simulateur pour connaître, par exemple, le comportement d'un réseau de voiries, en face d'un événement fortuit ou d'une décision envisagée. C'est le cas par exemple lorsqu'il est nécessaire de construire un parc de stationnement dans un secteur. On sait que dans ce cas, ce parc génère à certaines heures un certain flot de véhicules sur un axe déterminé. Il suffit alors que le dispositif ait connaissance de ce flot supplémentaire, pour qu'il réagisse en fonction de celui-ci et donne ainsi une image exacte des modifications que subira le trafic sur cet axe. Grâce à cette application, le dispositif apparaît bien comme médiateur dans la régulation des interactions entre le milieu urbain et la circulation. En effet, si l'un des paramètres intéressant les transports, est modifié, il en résulte un certain nombre d'effets sur le milieu urbain, sur le cadre de vie, sur l'économie elle-même. Le rôle du dispositif dépasse donc très largement la régulation de la circulation. Le dispositif qui vient d'être décrit permet bien d'atteindre les buts mentionnés plus haut : il permet d'éviter les embouteillages, d'assurer le confort de la population et des usagers des véhicules en déplacement, d'éviter de dépasser

0019559

des seuils de pollution néfastes pour l'organisme humain,
d'assurer d'importantes économies d'énergie, d'accroître la
sécurité des usagers des véhicules en déplacement, d'accroître
la vitesse de déplacement des véhicules de transports en commun
5 et des véhicules d'urgence, d'obtenir par simulation une image
exacte des conséquences qu'entraîne la modification de paramètres
liés à la circulation ainsi qu'au confort de la population. Ce
dispositif peut être un outil important pour la recherche et
notamment pour la recherche médicale qui a souvent besoin
10 d'effectuer des études statistiques. Ces études statistiques
peuvent être par exemple l'étude d'épidémiologie, en fonction
de différents paramètres liés à la circulation.

Il est bien évident que dans le système qui vient
d'être décrit, les moyens utilisés auraient pu être remplacés
15 par des moyens équivalents sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé de régulation de circulation de véhicules consistant :

- à définir des zones de circulation comprenant au moins un axe principal présentant un passage critique, des voies secondaires débouchant sur chaque axe, des feux de régulation de circulation étant disposés au moins aux intersections des voies secondaires et des axes principaux,
- à déterminer le débit maximum de véhicules que le passage critique peut absorber sur chaque axe principal,
- à définir pour chaque axe principal, à partir du passage critique correspondant, successivement, au moins un maillon d'approche du passage critique ou maillon à circulation fluide entretenue, et au moins une portion d'axe ou sas de régulation, à circulation contrôlée, le débit maximum de véhicules que le passage critique peut absorber sur chaque axe pouvant être momentanément inférieur au débit de véhicules arrivant dans le sas de régulation correspondant,
- à mettre en place le sas de régulation lorsque le débit de véhicules arrivant dans le maillon correspondant est supérieur au débit maximum du passage critique pour l'axe correspondant caractérisé en ce qu'il consiste en outre à appliquer en temps réel, des plans de temporisation des feux sur chaque axe, en fonction de paramètres comprenant la vitesse d'avance et le nombre des différents véhicules, la nature des véhicules en attente dans le maillon, le sas de régulation et les voies secondaires.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à délimiter temporairement des couloirs pour véhicules prioritaires de transports en commun dans le sas de régulation, en fonction du débit de véhicules arrivant dans le sas, et de la longueur de la file d'attente des différents véhicules, à l'entrée du maillon à circulation fluide entretenue.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer en temps réel, les plans de temporisation des feux, en fonction d'un paramètre supplémentaire concernant le degré de la pollution provoquée par les véhicules.

sur chaque axe et au passage critique.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à définir et à afficher le temps d'attente des véhicules aux différents feux du sas de régulation, lorsque
5 le débit des véhicules que peut absorber un maillon est inférieur au débit des véhicules entrant dans le sas de régulation.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste pour les véhicules prioritaires d'urgence, à définir leurs trajets respectifs, puis à libérer le franchissement des feux sur chaque trajet correspondant, en avance sur
10 l'arrivée du véhicule d'urgence, en fonction de la vitesse de ce véhicule.

6. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le degré de pollution est le degré de la pollution
15 provoquée par les gaz d'échappement des véhicules.

7. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le degré de pollution est le degré de la pollution sonore provoquée par les véhicules.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à informer les usagers sur les
20 disponibilités en place de stationnement sur chaque axe principal et au voisinage de celui-ci.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à faire varier l'intensité d'éclairage des feux de régulation et des lampadaires d'éclairage
25 public, en fonction de l'intensité lumineuse de la lumière naturelle et du débit des véhicules sur les différents axes.

10. Dispositif de régulation de circulation de véhicules dans une zone présentant au moins un passage critique et au moins un axe principal qui aboutit à ce passage critique, des voies secondaires débouchant sur chaque axe principal et des feux de régulation de circulation étant disposés au moins aux intersections des voies secondaires et des axes principaux et aux intersections des axes principaux et du passage
30 critique, chaque axe principal présentant à partir du passage critique correspondant, successivement au moins une portion d'axe ou maillon d'approche du passage critique, à circulation
35 SP 1000 DC



fluide entretenue, et au moins une portion d'axe ou sas de
régulation, à circulation contrôlée, ce dispositif comprenant
un système de traitement de l'information, constitué par au
moins une mémoire associée à un processeur commandant la
5 temporisation des feux, selon des plans de commande enregis-
trés en mémoire, caractérisé en ce qu'il comprend dans le
maillon de chaque axe principal, un compteur relié au système
de traitement et apte à indiquer le débit de véhicules dans
ce maillon, et, dans le maillon et le sas de régulation, des
10 capteurs associés au système de traitement, ces capteurs étant
aptés à déterminer des paramètres relatifs à la longueur des
files de véhicules en attente dans le maillon, le sas de
régulation et les voies secondaires ainsi qu'à la nature et à
l'avance des véhicules prioritaires, chaque plan de feux étant
15 appliqué par le processeur aux différents feux en temps réel,
en fonction de ces paramètres et de ce débit.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé
en ce que ledit processeur est à fonctionnement cyclique, l'un
des cycles étant un cycle d'enregistrement des paramètres
20 relevés par les capteurs et du débit enregistré par le comp-
teur, le cycle suivant étant un cycle de commande de tempori-
sation des feux selon le plan correspondant aux paramètres
enregistrés.

12. Dispositif de régulation selon la revendication
25 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des capteurs
de pollution reliés au processeur aptes à déterminer le degré
de la pollution provoquée par les différents véhicules sur
chaque axe et au passage critique.

13. Dispositif selon la revendication 12, caracté-
30 risé en ce que lesdits capteurs de pollution sont aptes à
déterminer le degré de la pollution provoquée par les gaz
d'échappement des véhicules.

14. Dispositif selon la revendication 12, caracté-
risé en ce que lesdits capteurs de pollution sont aptes à
35 déterminer le degré de pollution sonore provoquée par les
véhicules.

15. Dispositif selon la revendication 12, caractéri

en ce que lesdits capteurs de pollution sont aptes à déterminer le degré de la pollution créée par des vibrations.

16. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que lesdits capteurs de pollution sont aptes à déterminer
5 le degré de la pollution radioélectrique de l'atmosphère.

17. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des détecteurs d'incendie reliés au processeur de manière qu'un incendie étant détecté, le processeur sélectionne en mémoire un plan de temporisation des
10 feux qui rend passants tous les feux de circulation voisins de l'incendie et qui sont situés sur des voies pour lesquelles le sens de la circulation éloigne les véhicules du lieu de l'incendie.

18. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé
15 en ce que le maillon d'un axe principal comporte plusieurs capteurs de longueur de files d'attente situés à distances croissantes par rapport au passage critique.

19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que les capteurs de longueur de files d'attente dans les
20 voies secondaires sont d'autant plus éloignés de l'axe principal sur lequel ces voies débouchent, que ces voies sont éloignées du passage critique.

20. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'un débit maximum de véhicules que peut absorber le
25 passage critique étant prédéterminé, le plan de commande de temporisation des feux sélectionné en mémoire par le processeur pour chaque axe, est celui qui, en fonction des différents paramètres, permet de commander les temporisations des feux dans le cas de régulation et dans le maillon de chaque axe de
30 manière que le débit des véhicules admis au passage critique ne dépasse pas le débit maximum admissible par le passage critique sur l'axe considéré.

21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce que lorsque le débit maximum des véhicules que peut
35 absorber le passage critique décroît, le plan de commande de temporisation des feux sélectionnés en mémoire par le processeur est un plan d'accroissement du temps de retenue des

véhicules dans le sas de régulation.

22. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'un plan de commande spécial pour véhicules de transports en commun, est sélectionné en mémoire par le processeur lorsque sur l'axe considéré se déplacent des véhicules de transports en commun, et lorsque le débit maximum de véhicules que peut absorber le passage critique a provoqué l'établissement préalable d'un plan d'accroissement du temps de retenue des véhicules dans le sas de régulation.

23. Dispositif selon la revendication 22, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, dans le sas de régulation et en amont de celui-ci, des capteurs ou balises sensibles à la présence d'un véhicule de transport en commun sur l'axe considéré, ces capteurs étant reliés au système de traitement, des moyens indicateurs de mise en place d'un couloir spécial pour véhicules de transports en commun dans le sas de régulation, ces moyens indicateurs de couloir spécial étant sensibilisés lorsque le plan spécial pour véhicules de transports en commun est sélectionné par le processeur, les capteurs sensibles aux véhicules de transports en commun étant disposés au voisinage de chaque intersection d'une voie secondaire avec l'axe principal de manière à repérer la présence et la nature du véhicule prioritaire et sa vitesse de progression, de sorte que le processeur régule cette vitesse à partir du plan spécial déjà mis en place pour ces véhicules de transports en commun.

24. Dispositif selon la revendication 23 caractérisé en ce que la dernière intersection entre une voie secondaire et l'axe principal dans le sas de régulation, située immédiatement avant l'entrée du maillon correspondant, comprend en outre un feu spécial pour véhicules de transports en commun, ce feu spécial étant associé au processeur et au capteur spécial pour véhicules de transports en commun proche de cette dernière intersection, de sorte que chaque véhicule de transport en commun traverse cette dernière intersection avant les autres véhicules en attente.

25. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comporte en outre aux points de départ de véhicules



d'urgence des moyens reliés au processeur pour que celui-ci sélectionne en mémoire un plan de temporisation des feux spécial pour véhicules d'urgence, correspondant au trajet que chaque véhicule d'urgence doit emprunter ainsi qu'au nombre de
5 véhicules d'urgence devant emprunter simultanément le même trajet.

26. Dispositif selon la revendication 25, caractérisé en ce qu'il comprend des capteurs sensibles à la présence de véhicules d'urgence, ces capteurs étant situés sur chaque
10 trajet au moins à proximité des feux de régulation, ces capteurs sensibles étant reliés au système de traitement pour que celui-ci commande les feux sur chaque trajet prédéterminé, selon le plan d'urgence spécial correspondant, en libérant le franchissement des feux en avance sur l'arrivée de chaque véhicule d'urgence,
15 cette avance étant fonction de la vitesse du véhicule d'urgence sur ce trajet.

27. Dispositif selon la revendication 26, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un compteur, associé au système de traitement pour que le processeur sélectionne à nouveau en
20 mémoire le plan de commande qui se déroulait avant le départ du ou des véhicules d'urgence, et fur et à mesure de la progression de ces véhicules sur le trajet considéré.

28. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des compteurs reliés au système de traitement, aptes à dénombrer les places de stationnement
25 disponibles dans différents parcs de stationnement et des moyens d'affichage reliés à l'unité de traitement, aptes à afficher sur les différents axes principaux menant au passage critique, la disponibilité en places de stationnement, dans
30 ces différents parcs.

29. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'affichage liés au système de traitement pour afficher la disponibilité en places de stationnement dans le sas de régulation lorsque le débit maximum de
35 véhicules que peut absorber le passage critique est supérieur au débit de véhicules dans le sas de régulation.

30. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé



en ce qu'il comprend des capteurs d'intensité lumineuse dans l'environnement des axes principaux et des voies secondaires, ces capteurs étant reliés au système de traitement pour que le processeur sélectionne en mémoire un plan de réglage de l'intensité lumineuse des feux de signalisation et des lanternes d'éclairage public situés le long des axes et voies de circulation, en fonction de l'intensité lumineuse environnante et du débit des véhicules sur ces axes et voies de circulation.

31. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que le sas de régulation est découpé en tranches entre son entrée et sa sortie, l'entrée de chaque tranche étant munie de feux de signalisation reliés au système de traitement, de sorte que la mise en oeuvre du plan de retenue sélectionné en mémoire permette la libération, vers le maillon, des véhicules contenus dans un nombre de tranches correspondant aux possibilités d'absorption du passage critique.

32. Dispositif selon la revendication 31, caractérisé en ce que les moyens d'affichage reliés au système de traitement permettent d'afficher le temps d'attente des véhicules aux différents feux des tranches du sas.

33. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que chaque maillon et le sas correspondant comportent chacun, à chaque intersection avec une voie secondaire, un capteur de longueur de file d'attente limite, ce capteur étant relié au système de traitement pour que celui-ci commande le blocage de la circulation au moyen du feu situé immédiatement en amont de cette intersection, de manière à éviter tout empiètement de véhicules sur cette intersection.

34. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 33, caractérisé en ce que les systèmes de traitement des différentes zones sont reliés à un système central de traitement et de commande apte à échanger des informations avec ces systèmes de traitement de zone, de manière à pouvoir suppléer les systèmes de traitement de zone, pour les plans de feux commandés par ces systèmes de traitement de zones.

35. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 33, caractérisé en ce que chaque feu de signali-

0019559

sation est relié à un système autonome de temporisation apte à fonctionner en cas de défaillance du système de traitement auquel ce feu est relié.

- 5 36. Application du dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 10 à 35, à la simulation de trafic de véhicules automobiles, en fonction de paramètres prédéterminés.



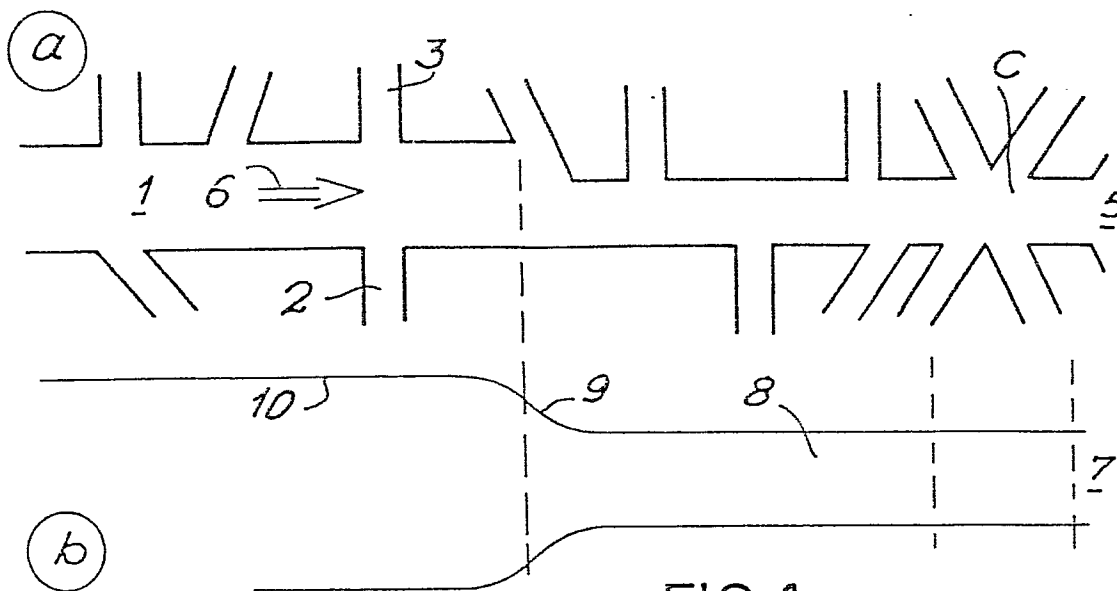
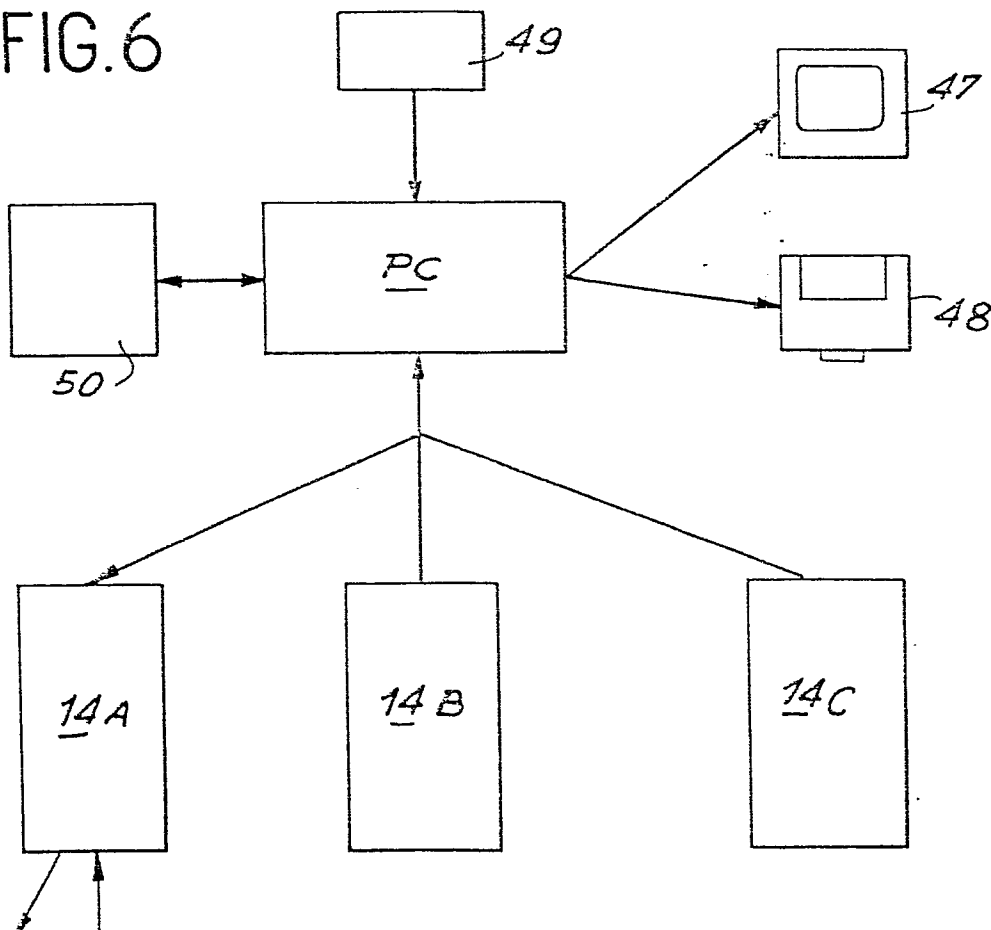


FIG. 1

FIG. 6



2 / 5

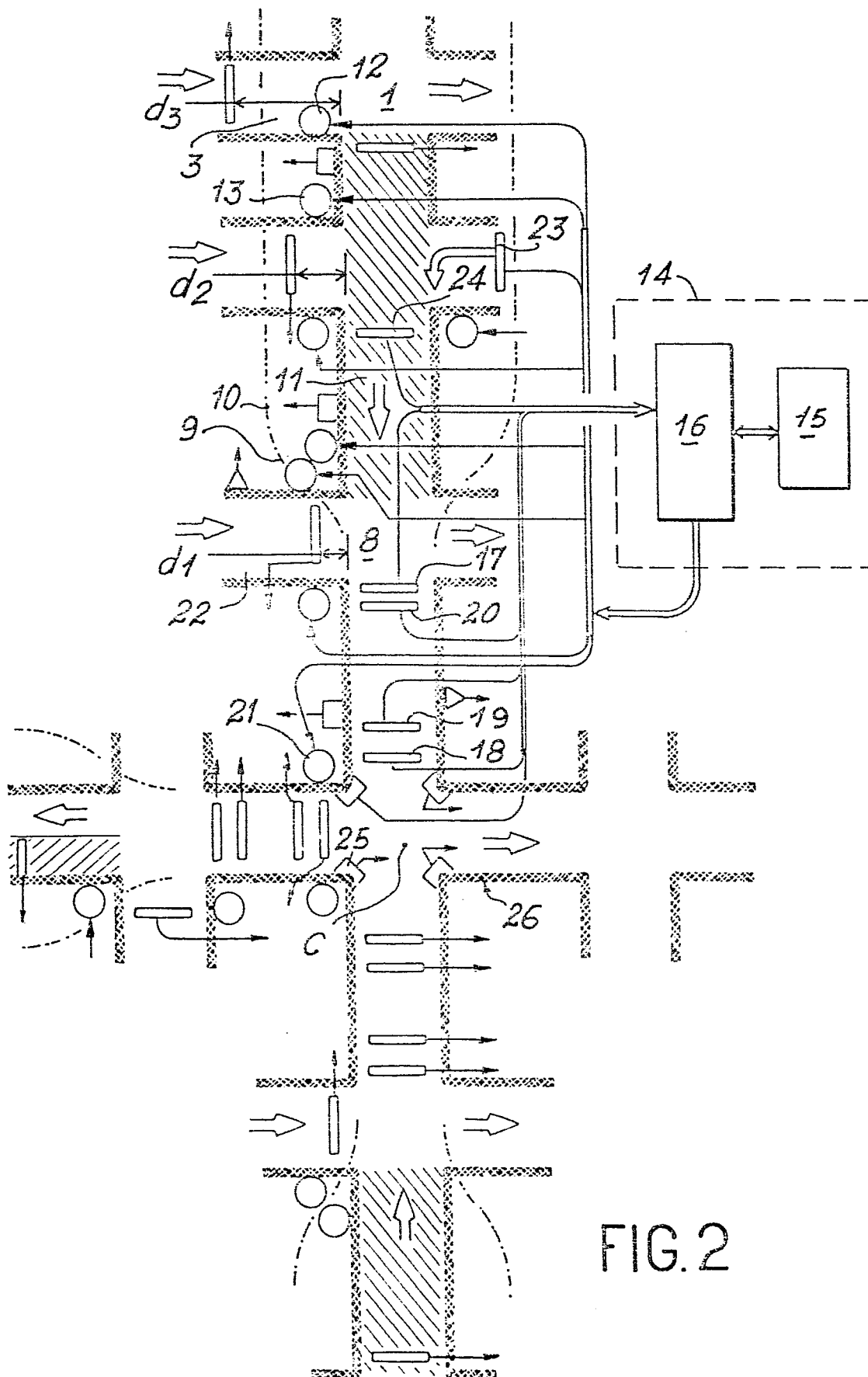


FIG. 2

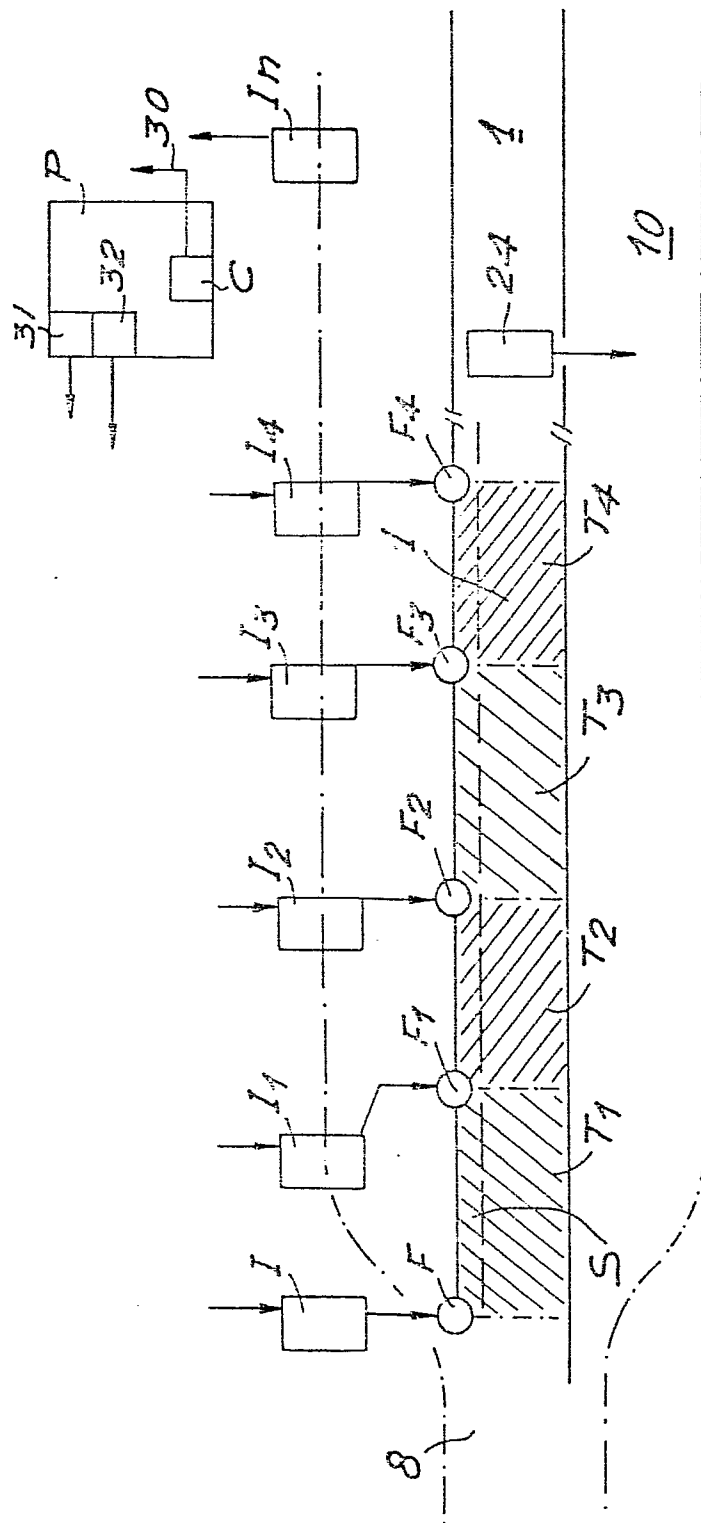
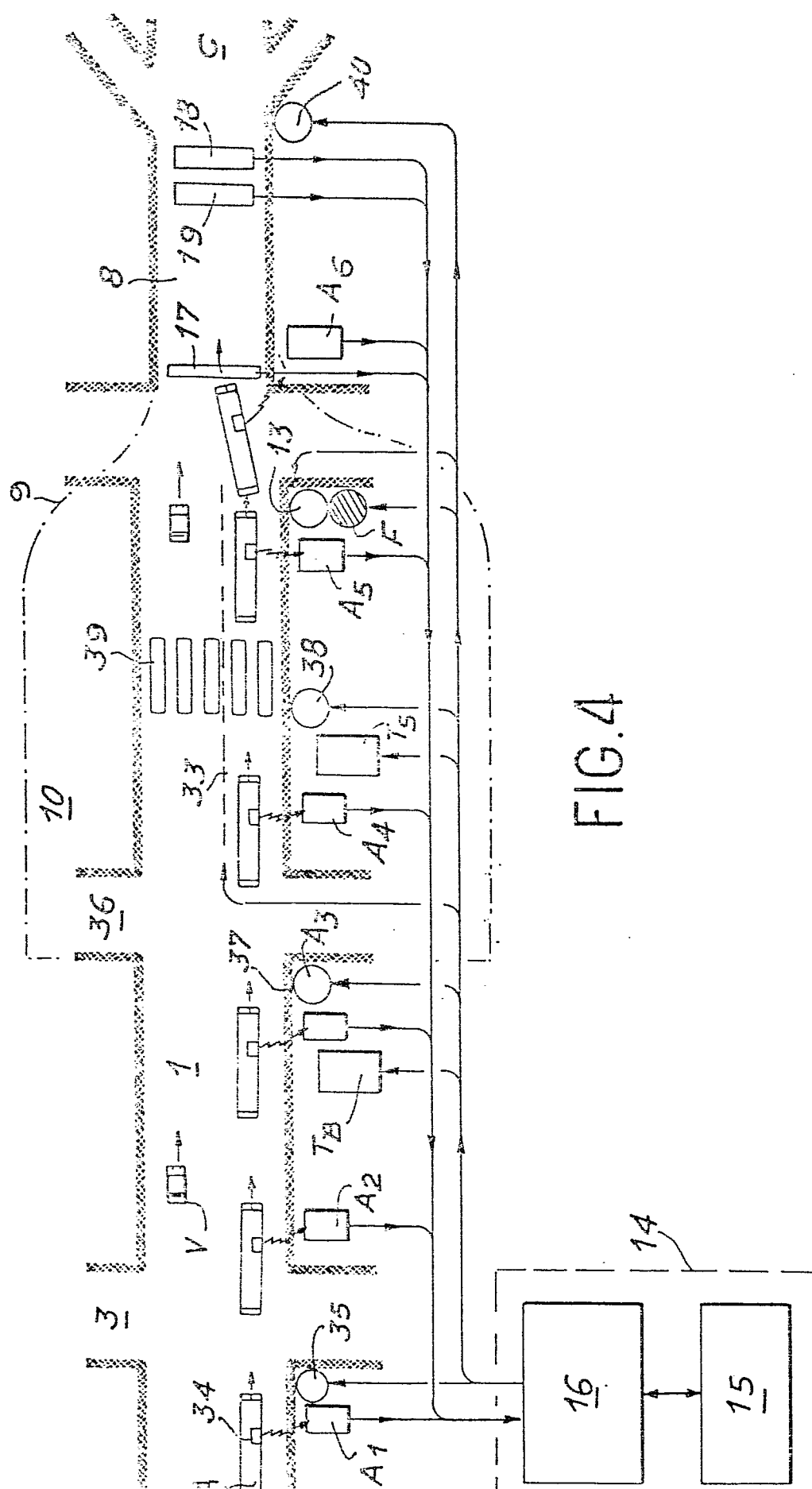
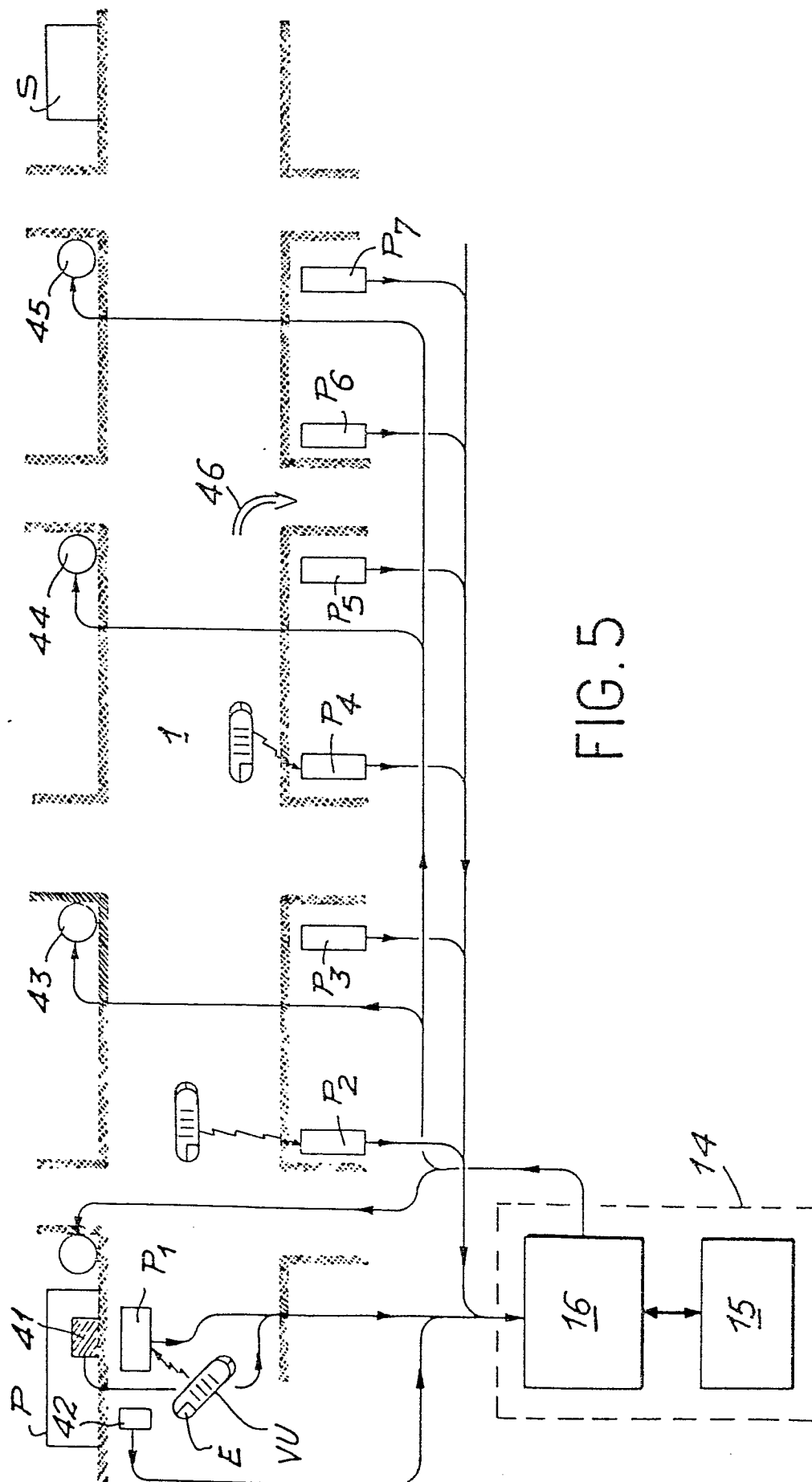


FIG. 3







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

00195

Numéro de la demande

EP 80 40*

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, Advances in Computer Control, Bristol Convention, 11-14 avril 1967, LONDRES (GB) WHITE: "Wide area control of traffic by computer." C 13, pages 1-9 * Page 2, lignes 1-48; page 7, ligne 17 à page 8, ligne 50 * -- SIEMENS ZEITSCHRIFT, vol. 42, no. 5, mai 1968 ERLANGEN (DE) RUHNKE: "Gewinnung und Verarbeitung von Verkehrsdaten für die verkehrsabhängige Signalplanauswahl in Hamburg", pages 372-380 * Page 372, colonne de droite, lignes 0-15; page 379, colonne de gauche, lignes 40-51 * --- INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, Advances in Computer Control, Bristol Convention, 11-14 avril 1967, LONDRES (GB) CODD: "Area traffic control", C 18, pages 1-10 * Page 0, ligne 39 à page 8, ligne 8; page 9, lignes 29-33 * -----	1, 2, 8, 10, 11, 20, 25, 28, 36 1, 10, 11, 34, 36 1, 10, 30	G 08 G 1/07 DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3) G 08 G 1/07 G 00 F 15/48 CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons &: membre de la même famille, document correspondant
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 04-09-1980	Examineur BURGAUD