



**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**  
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein



**FASCICULE DU BREVET A5**

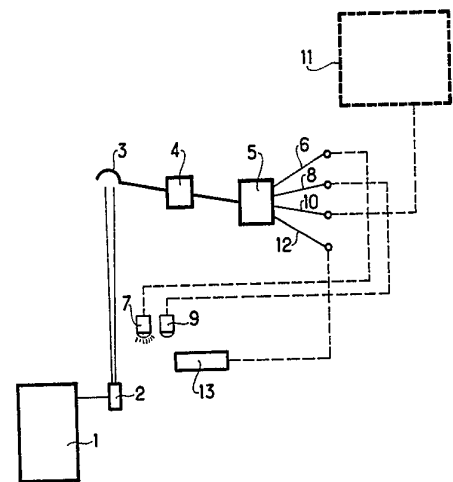
**629 020**

<p>① Numéro de la demande: 4078/78</p> <p>② Date de dépôt: 17.04.1978</p> <p>③ Priorité(s): 21.04.1977 FR 77 12000</p> <p>④ Brevet délivré le: 31.03.1982</p> <p>⑤ Fascicule du brevet publié le: 31.03.1982</p>	<p>⑥ Titulaire(s): L'Electronique des Véhicules et des Réseaux (E.V.R.), Aubervilliers (FR)</p> <p>⑦ Inventeur(s): Christophe Henriot, Crepy-en-Valois (FR)</p> <p>⑧ Mandataire: CGE Alsthom (Suisse) S.A., Rüschlikon</p>
--	--

**⑨ Dispositif de contrôle de la circulation de véhicules de transports urbains en commun.**

⑩ Le dispositif de contrôle de la circulation de véhicules de transports urbains en commun à stations d'arrêt multiples, comporte des balises enregistreuses et signalisatrices réparties le long du trajet des véhicules, et des organes de transmission (2) d'informations aux balises disposés sur chaque véhicule (1), ces informations comprenant l'identification du véhicule, sa ligne, et le délai optimal pour le passage du véhicule suivant. Les balises sont munies chacune d'une horloge de moyens de comparaison (5) des intervalles de passage optimal et réel entre deux véhicules, et de moyens de signalisation (7,9) au conducteur d'un véhicule de son avance ou de son retard par rapport à l'intervalle optimal.

Ce dispositif peut être utilisé sur des réseaux d'autobus et de tramways.



1, 4, 21, 88, 13, 65

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif de contrôle de la circulation de véhicules de transports urbains en commun à stations d'arrêt multiples, comportant des balises enregistreuses et signalisatrices réparties le long du trajet des véhicules, et des organes de transmission d'information aux balises disposés sur chaque véhicule, lesdites informations comprenant au moins l'identification du véhicule, sa ligne et le délai optimal pour le passage du véhicule suivant, caractérisé en ce que lesdites balises sont munies chacune d'une horloge, de moyens de comparaison des intervalles de passage optimal et réel entre deux véhicules successifs, et des moyens de signalisation au conducteur d'un véhicule de son avance ou son retard par rapport audit intervalle optimal.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les balises sont disposées aux stations d'arrêt des véhicules.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que des balises sont disposées à des carrefours à commande de circulation par signalisation lumineuse, et sont munies de moyens de contrôle de la signalisation lumineuse accordant une priorité à un véhicule en retard par rapport à son délai optimal de passage.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les organes de transmissions d'information comprennent une mémoire des heures théoriques de passage du véhicule à chaque balise, et en ce que chaque balise est munie de moyens de comparaison de ladite heure théorique de passage avec l'heure effective, et de moyens de contrôle de la signalisation lumineuse accordant une priorité à un véhicule en retard par rapport à son heure théorique de passage, même s'il passe près de la balise dans le délai optimal par rapport au véhicule précédent ou en avance sur celui-ci.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte, disposés à au moins certaines stations d'arrêt, des moyens d'affichage du délai dans lequel le prochain véhicule doit arriver à la station, reliés à la plus proche balise en amont sur le parcours des véhicules.

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les balises sont munies d'organes de transmission d'informations à une station de contrôle du réseau de transports urbains ou d'une partie de celui-ci.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les organes de transmission d'informations disposés sur chaque véhicule comprennent des moyens de comptage du nombre de voyageurs transportés par le véhicule à un instant donné, et de moyens de transmission de ce nombre aux balises.

8. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les organes de transmission d'informations comprennent une horloge indiquant le temps du trajet réel du véhicule écoulé depuis le départ du terminus, et en ce que lesdites balises munies chacune d'une horloge comprennent des moyens d'enregistrement d'un temps de trajet théorique et d'un temps de trajet théorique maximum et des moyens de comparaison et de comptage dudit temps théorique, dudit temps théorique maximum, dudit temps de trajet réel et dudit intervalle avec le véhicule suivant, ainsi que des moyens de contrôle de la signalisation lumineuse de carrefour en fonction desdites comparaisons.

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdits moyens de comparaison et de comptage comprennent un comparateur comparant ledit temps de trajet réel audit temps de trajet théorique maximum et délivrant sur sa sortie une information égale à 1 ou 0 suivant le résultat de la comparaison, et un ensemble de compteurs décompteurs, associés à des horloges et à une unité de contrôle, agencés de manière à effectuer des opérations d'addition et de soustraction pour calculer le temps d'attente avant le passage du véhicule suivant, en fonction du temps de trajet théorique, de l'intervalle et du temps de trajet réel, ladite information 1 permettant à l'unité de contrôle de prendre en compte ledit temps d'attente calculé et ladite infor-

mation 0 permettant à l'unité de contrôle de prendre en compte ledit intervalle seulement, ladite unité de contrôle étant agencée de manière à envoyer vers les moyens de contrôle de la signalisation lumineuse de carrefour une information d'annonce de retard lorsque ledit temps d'attente est écoulé ainsi que la moitié du temps correspondant audit intervalle depuis le passage du véhicule précédent, ladite information d'annonce de retard étant arrêtée au bout d'un temps égal à un multiple dudit intervalle ou au passage du véhicule annoncé en retard.

10. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les organes de transmission d'informations disposés sur chaque véhicule communiquent avec les balises par une liaison électromagnétique à une fréquence de 10 Gigahertz environ.

La présente invention concerne un dispositif de contrôle de la circulation de véhicules de transports urbains en commun à stations d'arrêt multiples.

Les dispositifs de contrôle continus, par exemple pour réseaux d'autobus ou de tramways, comportent un centre de commande unique pour l'ensemble des lignes du réseau, chaque véhicule devant être muni de moyens de communication bidirectionnels avec le centre de contrôle, pour informer ce dernier de sa position et recevoir éventuellement des instructions correctrices de sa marche.

La présente invention a pour but de procurer un dispositif de contrôle de la circulation de véhicules de transport urbains ne faisant appel à aucun système de transmission complexe entre chaque véhicule et un centre de contrôle, et permettant cependant d'accélérer ou de ralentir la circulation de tout véhicule sur sa ligne en fonction de l'intervalle qui le sépare du véhicule précédent et éventuellement d'autres variables.

Le dispositif de l'invention comporte des balises enregistreuses et signalisatrices réparties le long du trajet des véhicules, et des organes de transmission d'informations aux balises disposés sur chaque véhicule, lesdites informations comprenant au moins l'identification du véhicule, sa ligne et le délai optimal pour le passage du véhicule suivant, et est caractérisé en ce que lesdites balises sont munies chacune d'une horloge, de moyens de comparaison des intervalles de passage optimal et réel entre deux véhicules successifs et de moyens de signalisation au conducteur d'un véhicule de son avance ou son retard par rapport audit intervalle optimal.

Les informations enregistrées par chaque véhicule et qu'il transmet aux balises peuvent être plus nombreuses. Elles peuvent comprendre aussi la direction du véhicule.

La communication entre le véhicule et la balise se fait, soit par un dispositif radar, soit un dispositif radio, ou tout autre système de transmission entre un mobile et un point fixe.

Après le passage d'un véhicule à côté d'une balise, celle-ci est en mesure, lorsque le véhicule suivant se présente à côté d'elle, de détecter s'il est en avance ou en retard par rapport à l'intervalle prévu. Si le véhicule est en avance, elle peut le signaler par l'apparition d'un signal fixe, par exemple un petit feu rouge, qui indique au conducteur qu'il doit attendre un certain nombre de secondes jusqu'à l'extinction de ce feu rouge. On est sûr, ainsi, qu'il ne va pas rattraper accidentellement le véhicule précédent, ce qui conduirait à charger excessivement le suivant, comme cela est fréquent en l'absence d'une régulation des intervalles entre véhicules, surtout aux heures de pointe. Si au contraire le véhicule qui se présente près de la balise est en retard par rapport à l'intervalle prévu, il est informé par un autre signal fixe, par exemple un petit feu vert. En outre, la balise, si elle est placée près d'un carrefour, peut alors faire passer au vert dans le sens de la circulation du véhicule le système de signalisation du carrefour. On remarque que ce dispositif est plus favorable à la fluidité de la circulation générale que les dispositifs ou les régle-

ments qui accordent systématiquement une priorité à la circulation des véhicules de transport en commun, alors que ceci n'est nécessaire qu'en cas de retard d'un tel véhicule par rapport au véhicule précédent ou à son horaire théorique. Par ailleurs, le conducteur arrivant au droit de chaque balise est informé automatiquement sur sa position par rapport au véhicule précédent et éventuellement sur son décalage par rapport à son horaire théorique, et sa circulation est facilitée s'il est en retard.

Avantageusement le dispositif comporte, à au moins certaines stations d'arrêt, des moyens d'affichage du délai dans lequel le prochain véhicule doit arriver à la station, ce qui permet aux usagers de savoir leur délai d'attente avant le passage du prochain véhicule.

Le dispositif selon l'invention est parfaitement compatible avec un contrôle d'ensemble du réseau ou d'une fraction du réseau par une station centrale. Les balises sont raccordées dans ce cas à la station centrale, soit par des lignes téléphoniques, soit par radio. Des informations complémentaires (par exemple sur la charge d'un véhicule, qui peut être mesurée par la vérification automatique des tickets à l'entrée et à la sortie) peuvent être transmises par les véhicules aux balises, qui seront alors de préférence interrogées cycliquement par la station centrale.

Selon une forme d'exécution, le dispositif permet de comparer l'heure théorique de passage de chaque véhicule à côté d'une balise avec l'heure réelle de passage ce qui permet d'éviter que les véhicules d'une ligne ne prennent un retard général si l'un d'eux accumule du retard. Le signal de retard par rapport à l'horaire théorique est rendu alors prioritaire par rapport au signal de retard par rapport à l'intervalle normal de passage avec le véhicule précédent.

On notera que le dispositif de l'invention permet, soit d'accélérer directement la circulation du véhicule en retard et de retarder celle du véhicule en avance, soit au contraire d'informer simplement une station centrale de la présence d'un véhicule en retard ou du fait qu'il n'est pas encore arrivé. La station centrale prend alors les mesures appropriées, compte tenu des renseignements parvenus sur les autres véhicules de la même ligne.

Le dispositif objet de l'invention est décrit ci-après, à titre d'exemple, en référence au dessin annexé, dans lequel la figure 1 représente un schéma de principe d'un dispositif de contrôle de la circulation d'autobus de transports urbains.

— la figure 2 représente un schéma de principe de l'équipement électronique monté sur un autobus selon une variante.

— la figure 3 représente un schéma de principe de l'équipement électronique de la balise selon la même variante,

— la figure 4 représente un schéma de principe d'une partie du circuit de traitement de l'équipement électronique de la balise de la figure 3.

L'autobus 1 est muni d'un émetteur radar 2 qui envoie un faisceau modulé. Ce dernier, lorsqu'il passe devant une balise, est reçu par le récepteur 3. Celui-ci est raccordé à un décodeur 4 situé sur la balise. Le message qui est transmis par le radar émetteur 2 comporte un premier chiffre (en bas à gauche sur la figure) indiquant le sens de déplacement de l'autobus, un deuxième chiffre donnant le numéro de la ligne, par exemple le 4, un troisième chiffre donnant le numéro de la voiture sur la ligne, par exemple le 21, et un quatrième chiffre donnant le nombre de dizaine de secondes, délai dans lequel l'autobus suivant est annoncé, par exemple 88. Cet autobus annoncera toujours le long de la ligne les mêmes quatre chiffres. Le radar émetteur transmet enfin un cinquième chiffre, celui-là variable, correspondant à l'horaire de l'autobus le long de la ligne, par exemple 13.65.

Tous les récepteurs recevant le message de cet autobus en prendront note et mettront en route un compteur qui comptera les 88 dizaines de secondes. Chaque fois qu'un autobus suivant passera avant l'expiration du délai fixé et si l'heure théorique de

passage transmise par l'autobus est postérieure à l'heure indiquée par l'horloge de la balise, (si l'on admet l'existence simultanée de ces deux conditions comme nécessaire pour un ordre de ralentissement de la marche du véhicule), le système logique 5 raccordé au décodeur provoquera par sa sortie 6 l'apparition d'un feu rouge 7 qui fera attendre l'autobus avant son départ de la station ou ne lui accordera pas priorité au carrefour, suivant la position de la balise. Si au contraire, l'autobus est en retard sur le délai fixé ou sur son horaire, le système logique provoquera par la sortie 8 l'apparition d'un feu vert 9 ou accordera à l'autobus la priorité aux feux du carrefour. Par une sortie 10, le système logique 5 est raccordé à un réseau téléphonique de radio de transmission des données qui viennent d'y être mémorisées à une station centrale de contrôle représentées schématiquement par le rectangle 11. Le système logique est également relié par sa sortie 12 à un panneau d'affichage 13 facilement visible par les usagers, sur lequel apparaît le délai dans lequel est attendu l'autobus suivant.

Comme on le voit sur la figure 2 se trouve à bord de l'autobus un afficheur 20, constitué de roues codeuses, permettant d'afficher: le numéro de ligne, le numéro de voiture, l'écart prévu avec le bus suivant, le sens, la mise en route d'une horloge 21 de mesure du temps du trajet. L'afficheur 20 est relié d'une part à l'horloge 21 permettant de mesurer le temps du trajet en mesurant le temps écoulé depuis le départ du terminus et d'autre part à un codeur 22 dont le rôle est d'organiser les signaux en provenance de l'horloge 21 et de l'affichage 20 de manière à pouvoir les transmettre en série et donner les éléments qui permettront d'accepter le message à la réception. Les signaux du codeur 22 alimentent un modulateur 23 dont le rôle est de réaliser un multiplex de fréquence contrôlé par les signaux logiques. Le modulateur 23 est relié à un émetteur 24 émettant sur une fréquence de 9,9 GHz, par exemple, et dont l'antenne est disposée au sommet du bus. De cette façon les liaisons électromagnétiques sont à vue directe et pas au delà.

Sur la figure 3 représentant l'équipement de balise on trouve au moins un récepteur 25 accordé sur la fréquence de l'émetteur 24 et dont les signaux sont traités par un démodulateur 26 qui restitue les informations sous leur forme logique, lesdits signaux logiques étant envoyés sur un décodeur-aiguilleur 27. Le décodeur 27 a pour rôle de reconnaître les signaux reçus et de les aiguiller en fonction du numéro de ligne, du sens et du numéro de bus. L'affichage du numéro de ligne et du sens se fait par interrupteurs. Lorsque le numéro du bus est différent de celui reçu au message précédent une information de «Présence Nouveau Bus» est générée.

Le décodeur-aiguilleur 27 envoie les informations à un circuit de contrôle avance-retard 28 constitué principalement de compteurs-décompteurs associés à des horloges et d'une unité de contrôle à mémoires mortes programmables apte à commander entre autres fonctions le comptage et le décomptage des compteurs. Les signaux du circuit de contrôle avance-retard 28 sont envoyés sur un interface de traitement 29 qui reçoit également les états des feux du carrefour et qui a pour rôle de concilier les exigences de la circulation locale et les besoins de l'aide à la circulation des bus.

La figure 4 représente une partie du circuit de traitement des signaux du circuit de contrôle avance-retard 28. Ce circuit utilise des informations transmises par le bus: temps écoulé depuis le départ du terminus (temps du trajet réel) 30, temps au bout duquel doit passer le bus suivant (intervalle) 31, et les informations enregistrées sur place à la balise et codées par des interrupteurs: temps de trajet théorique, temps de trajet théorique maximum.

Sur la figure 4 on voit que l'information 30, temps de trajet réel, est dirigée vers le comparateur 32 par huit fils reliés à  $A_1$ – $A_8$  et comportant sur  $B_1$ – $B_8$  le codage par les interrupteurs tels que 33 du temps du trajet théorique maximum en code BCD du

chiffre des unités et des dizaines tels que quatre-vingt minutes, par exemple. Si le temps de trajet réel 30 est de cinquante et une minutes, A est inférieur à B et la sortie 34 du comparateur 32 est à l'état logique 1; si A est supérieur à B la sortie 34 du comparateur est à l'état logique 0.

Ainsi, l'unité de contrôle non représentée reçoit cette information 1 ou 0 et réalise l'opération de prise en compte du seul intervalle au cas où l'information est 0.

En effet, il s'agit de comparer le temps du trajet réel avec le temps de trajet théorique maximum. Si le temps de trajet réel est supérieur au temps du trajet théorique maximum on estime qu'il y a une erreur et on prend seulement l'intervalle comme temps d'attente avant le passage du bus suivant.

Pour un temps de trajet réel inférieur au maximum on réalise l'opération:

Temps de trajet théorique

+ Intervalle

- Temps de trajet réel

= Temps d'attente avant le passage du bus suivant.

Ces opérations sont réalisées grâce à l'unité centrale mettant en route grâce aux commandes PE1, CE1, PE2, CE2, PE3, CE3, les compteurs, 35, 36 et 37. Le compteur 35 est codé par des interrupteurs tels que 33' au temps du trajet théorique qui peut être, par exemple, de cinquante minutes.

Le compteur 36 reçoit l'intervalle 31 sur huit fils, cet intervalle pouvant être à titre d'exemple de dix minutes.

Le compteur 37 reçoit le temps du trajet réel 30 sur huit fils pouvant être à titre d'exemple, de cinquante et une minutes.

Une horloge CLA envoie des impulsions à une certaine fréquence sur commande A et C de l'unité centrale aux compteurs 35 et 36, ceux-ci ne fonctionnant que lorsque les signaux A et C sont présents aux entrées des portes ET 38 et 39.

Le compteur 36 décompte de dix à 0 (exemple) lorsque l'horloge CLA lui envoie des impulsions à travers une porte OU, 40 sur la borne CL2. Le passage à zéro de la sortie CO2 indique la fin de l'addition, Temps de trajet théorique + Intervalle.

Le compteur 37 relié directement à l'horloge CLA décompte dans notre exemple de cinquante et un à zéro et le passage à zéro de la sortie CO3 indique la fin de la soustraction du temps de trajet réel.

Le compteur 35 compte les impulsions d'horloge de l'horloge CLA sur ordre de l'unité centrale (borne U/D) et passe de cinquante à soixante (exemple) puis décompte sur ordre donné à U/D et passe de soixante à neuf (exemple) cette dernière valeur représentant le temps d'attente avant le passage du bus suivant.

On fait alors le décomptage du temps d'attente, et le passage à zéro de la sortie CO1 du compteur 35 indique que le temps d'attente est écoulé. Le compteur 35 reçoit également sur sa borne CL1 à travers une porte OU 41 les impulsions d'une horloge CLB sur commande B de l'unité centrale attaquant une porte ET 42 afin de laisser passer les impulsions d'horloge CLB au cas où B est à l'état logique 1.

De même le compteur 36 est apte à recevoir sur sa porte OU, 40 en provenance des portes ET 43 et 44 les impulsions des horloges CLD et CLE. La fréquence de l'horloge CLD est double de celle de l'horloge CLB et celle de l'horloge CLE est un sous-multiple de la fréquence de l'horloge CLB telle que dans un rapport un demi, par exemple.

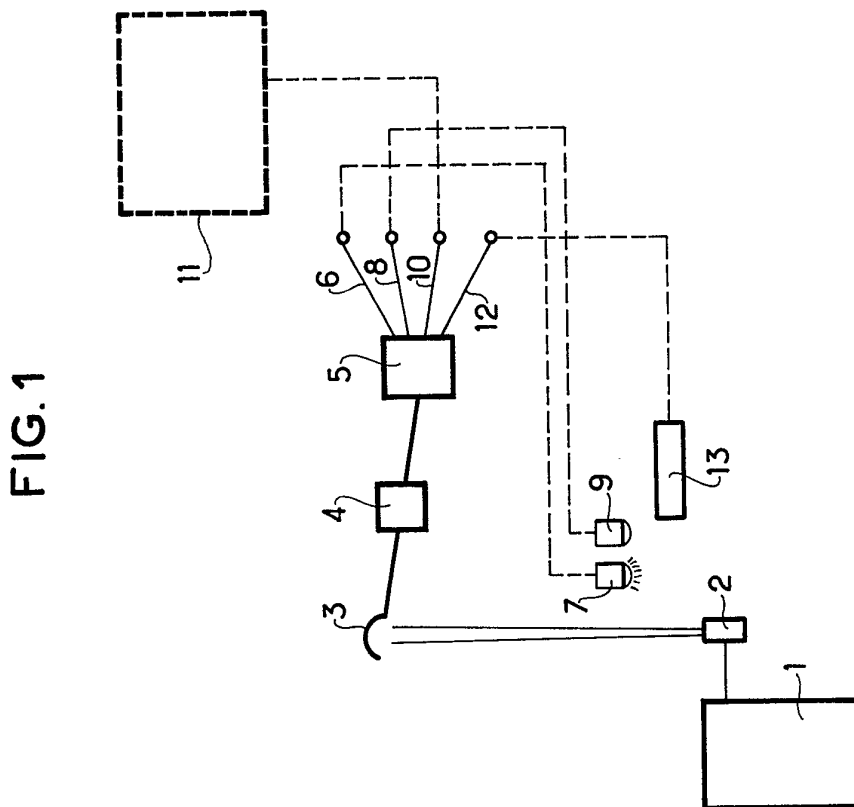
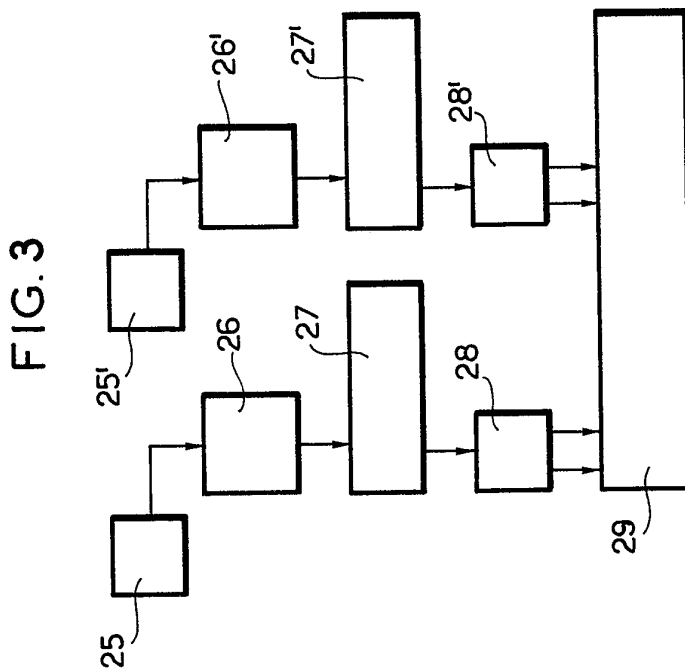
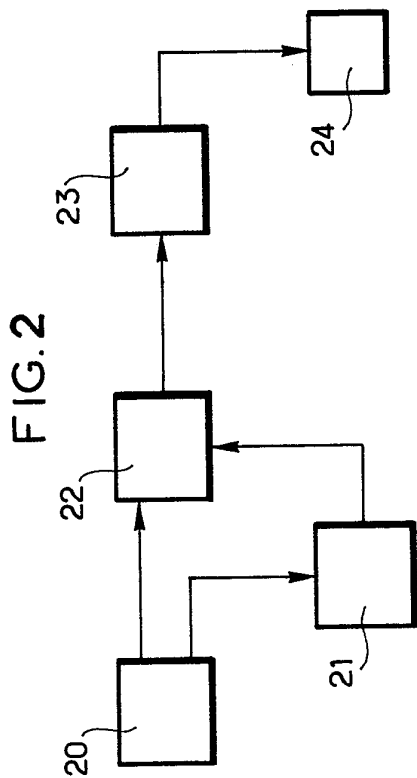
En conséquence, on fait le décomptage d'un demi-intervalle sur le compteur 36, par exemple, de dix à zéro à une cadence deux fois plus élevée en même temps qu'on fait le décomptage du temps d'attente. Ce décomptage d'un demi-intervalle permet d'éviter en cas de perturbation importante de favoriser plusieurs bus proches les uns des autres et en retard. Ceci permet de rattraper les cadences et le temps de trajet définis en cas de perturbation et qui n'auraient pu être corrigés. On ne facilite pas de cette façon le passage d'un deuxième bus en retard immédiatement après le premier.

Dès que le temps d'attente est trouvé nul sur la sortie CO1, on fait le comptage du temps de retard (temps faisant suite au temps d'attente) et dès que le demi-intervalle est trouvé nul (sortie CO2 du compteur 36) on transmet l'information Annonce retard (ARD) à l'interface de traitement 29 pour agir sur les feux de carrefour de façon à favoriser la prolongation du vert de la voie utilisée par le bus.

Dès la transmission de ARD on fait le décomptage de deux intervalles (exemple) ou d'un multiple d'un écart d'une façon générale. Ceci est réalisé grâce à l'horloge CLE et dans notre exemple le compteur 36 décompte de dix à zéro avec une cadence deux fois plus faible.

Lorsque le décomptage des deux intervalles arrive à zéro on arrête la transmission de ARD ceci afin de ne pas perturber le carrefour par une information probablement fautive. De plus, au passage du bus, l'information ARD disparaît également grâce au fait qu'on capte le signal de présence de l'émetteur du bus.

Le système utilisé permet d'agir sur le réglage des feux du carrefour en favorisant l'écoulement des véhicules en amont du carrefour et le franchissement rapide du carrefour tout en maintenant au minimum la circulation des autres véhicules.



11 14 21 88 13.65

FIG. 4

