(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 619 644**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **87 11742**

(51) Int Cl⁴ : G 07 C 1/24; G 01 V 3/12, 3/17; G 01 S 17/88.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 19 août 1987.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 8 du 24 février 1989.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *BRACONNIER Dominique.* — FR.

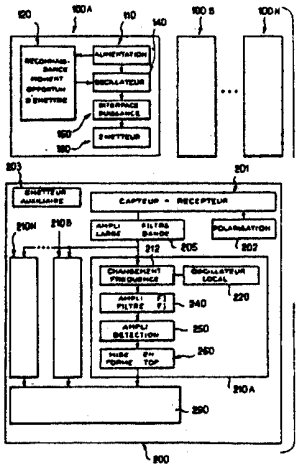
(72) Inventeur(s) : Dominique Braconnier.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Regimbeau, Martin, Schrimpf, Warcoin et Ahner.

(54) Dispositif de détection, en particulier pour le chronométrage de véhicules lors de compétitions sportives.

(57) La présente invention concerne un dispositif de détection, en particulier pour le chronométrage de véhicules lors de compétitions sportives et pour le pilotage d'équipements annexes, qui comprend une pluralité d'émetteurs principaux 100 portés par des véhicules respectifs à détecter, et générant chacun une onde électromagnétique modulée par une haute fréquence spécifique, respectivement associée au véhicule considéré, et un récepteur principal 200 comprenant un capteur 201 basé à poste fixe au niveau d'un lieu de détection, et sensible aux ondes électromagnétiques générées par les différents émetteurs principaux et une pluralité de modules 210, en nombre égal au nombre d'émetteurs principaux, et pourvus chacun de moyens de discrimination 212, 240 aptes à isoler respectivement, à partir du signal issu du capteur 201, une composante haute fréquence spécifique et de moyens 260 aptes à détecter le maximum d'amplitude de cette composante.



FR 2 619 644 - A1

La présente invention concerne un dispositif de détection, en particulier pour le chronométrage de véhicules lors de compétitions sportives, par détection du passage des véhicules par une ligne de référence et pour le pilotage d'appareils de mesure ou de visualisation.

La société Longines a déjà proposé un système de détection de véhicules pour la compétition automobile de type formule 1 consistant à équiper chaque véhicule d'un élément apte à émettre une onde électromagnétique de fréquence propre comprise entre 2,4 et 3,5 MHz. Plus précisément chaque véhicule a une fréquence propre sous-modulée en amplitude afin d'augmenter l'immunité au bruit. L'émission se fait par l'intermédiaire d'une antenne située dans le bras de suspension avant des véhicules. Une antenne de réception est placée sur le bord de la piste et lors du passage des véhicules une f.e.m. est détectée, démodulée, puis filtrée afin de reconnaître le véhicule.

Le système proposé par la société Longines a déjà rendu de grands services. Cependant d'une part il ne peut être utilisé qu'avec un nombre limité de véhicules, d'autre part compte-tenu de son encombrement il ne peut être utilisé sur tous types de véhicules de compétition. En particulier, il ne peut être utilisé lors de compétition de motocyclettes.

On a tenté de remédier à ces inconvénients en émettant un signal à partir de la piste vers les véhicules qui passent, le signal devant être déformé, de façon reconnaissable, soit dans sa nature, soit dans sa forme, lors de la réflection sur un véhicule. Ce principe est cependant apparu difficile à maîtriser et impécis.

Il a été tenté également de lire des codes à barres placés sur les véhicules. Cependant il s'est avéré difficile de maîtriser la lecture de ces codes, en raison notamment du fait que la distance séparant les véhicules du système de lecture est variable. De plus ce système devient inopérant lorsque plusieurs véhicules passent simultanément sur la ligne.

Compte-tenu des inconvénients des systèmes jusqu'ici proposés, dans la pratique lors de nombreuses compétitions actuelles, la détection de passage et le chronométrage de nombreux véhicules sont encore réalisés manuellement par des commissaires. Ce principe pose bien sur de gros problèmes lors de courses d'endurance qui durent 24 heures, ainsi que lors de passage groupé de véhicules.

La présente invention a maintenant pour but de proposer un nouveau système de détection permettant de chronométrer en temps réel un grand nombre de véhicules se déplaçant sur un circuit, en particulier en discriminant les passages simultanés de véhicules.

Un autre but de la présente invention est de proposer un dispositif de détection adapté à tous types de compétition de véhicules sur circuit ou parcourt prédéfini.

Un autre but de la présente invention est de proposer un dispositif de détection présentant une précision élevée, de l'ordre au moins du 1/1000ème de seconde, y compris pour des véhicules se déplaçant à vitesse élevée par exemple supérieure à 200 km/h.

Un autre but de la présente invention est de proposer un dispositif de détection entièrement automatique.

Un autre but de la présente invention est de proposer un dispositif de détection possédant des moyens embarqués sur véhicule, d'encombrement réduit.

Un autre but de la présente invention est de proposer un dispositif de détection conçu pour être insensible aux différents types de pollution rencontrés sur les circuits de compétition en particulier : du point de vue électromagnétique, car les véhicules ne sont généralement pas parasités, du point de vue optique car les véhicules créent des reflets et émettent des infrarouges, du point de vue acoustique et du point de vue mécanique à l'égard des vibrations régnant sur le véhicule.

Ces différents buts sont atteints dans le cadre de la présente invention grâce à un dispositif de détection, en particulier pour le chronométrage de véhicules lors de compétitions sportives et pour le pilotage d'appareils de mesure ou de visualisation, qui comprend :

- une pluralité d'émetteurs principaux portés par des véhicules respectifs à détecter, et générant chacun une onde électromagnétique modulée par une haute fréquence spécifique, respectivement associée au véhicule considéré, et
- un récepteur principal comprenant
  - . au moins un capteur basé à poste fixe au niveau d'au moins un lieu de détection, et sensible aux ondes électromagnétiques générées par les différents émetteurs principaux et
  - . une pluralité de modules, en nombre égal au nombre d'émetteurs principaux, et pourvus chacun de moyens de discrimination aptes à isoler respectivement, à partir du signal issu du capteur, une composante haute fréquence spécifique et de moyens aptes à détecter le maximum d'amplitude de cette composante.

Pour limiter la consommation des moyens embarqués sur un véhicule, de préférence selon l'invention, le dispositif de détection comprend en outre un émetteur auxiliaire de portée limitée, placé près du récepteur principal, et une pluralité de récepteurs auxiliaires embarqués respectivement sur les véhicules et accordés sur l'émetteur auxiliaire, les récepteurs étant adaptés pour contrôler les émetteurs principaux de telle sorte que ceux-ci n'émettent que lorsque le récepteur auxiliaire associé reçoit un signal en provenance de l'émetteur auxiliaire.

De façon avantageuse selon la présente invention, l'onde électromagnétique émise par les émetteurs principaux est du domaine infrarouge.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention chacun des émetteurs principaux comprend un oscillateur pilote par un quartz et accordé sur une haute fréquence spécifique et un élément émetteur contrôlé par le signal issu de l'oscillateur pour générer ladite onde électromagnétique modulée en tout ou rien par une haute fréquence spécifique.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention les moyens de discrimination comprennent un opérateur de changement de fréquence commandé par un oscillateur à quartz respectivement associé.

De préférence le quartz pilotant l'oscillateur d'un émetteur principal et le quartz d'un oscillateur commandant l'opérateur de changement de fréquence associé sont respectivement appairés de telle sorte que les signaux utiles issus des différents opérateurs de changement de fréquence aient tous la même fréquence.

De façon avantageuse chaque opérateur de changement de fréquence est suivi d'au moins un filtre. Plus précisément de préférence les filtres intégrés aux différents modules, en aval des opérateurs de changement de fréquence, sont identiques.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention les moyens aptes à détecter le maximum d'amplitude des composantes haute fréquence du signal reçu sur le capteur comprennent des moyens aptes à opérer une détection d'enveloppe, des moyens de différentiation, et des moyens de détection du passage à zéro du signal issu des moyens de différentiation.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaitront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemple non limitatif et sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue schématique, sous forme de blocs fonctionnels, du dispositif de détection conforme à la présente invention,

- la figure 2 représente un schéma d'un exemple de réalisation d'un émetteur principal conforme à la présente invention,

- les figures 3A et 3B représentent deux vues complémentaires du schéma d'un récepteur principal conforme à la présente invention, et

- la figure 4 représente schématiquement quatre signaux prélevés sur ce récepteur principal.

Comme cela apparaît à l'examen de la figure 1 annexée et, pour l'essentiel, le dispositif de détection conforme à la présente invention comprend une pluralité d'émetteurs principaux 100A, 100B... 100N destinés à être embarqués, sur des véhicules respectifs et, un récepteur principal 200 associé.

Les émetteurs principaux 100A, 100B... 100N ont une structure identique. Ils ont pour fonction de générer chacun une onde électromagnétique modulée par une haute fréquence spécifique, respectivement associée aux véhicules considérés. Plus précisément dans le cadre de la présente invention, les émetteurs principaux 100A, 100B... 100N sont destinés à générer une onde électromagnétique du domaine optique modulée en tout ou rien par une fréquence fondamentale spécifique très stable et très précise. De préférence les fréquences de modulation spécifiques sont comprises dans la bande de 2 à 3 MHz, les différentes fréquences spécifiques utilisées étant espacées d'environ 20 KHz.

L'utilisation d'une transmission optique permet notamment d'obtenir un système compact et directif, ainsi qu'une très bonne immunité au bruit.

Chaque émetteur principal 100 comprend une alimentation 110, un module de reconnaissance du moment opportun d'émettre 120, un oscillateur 140, un interface de puissance 160, et un émetteur 180.

L'alimentation 110 a pour fonction de réaliser une alimentation autonome de chaque émetteur principal 100. Elle est réalisée de préférence sous forme d'une pile lithium. Le cas échéant l'alimentation 110 pourrait être formée de la batterie d'accumulateur classique incorporée au véhicule.

Le module de reconnaissance du moment opportun d'émettre 120 a pour fonction essentielle de limiter la consommation de l'émetteur principal 100 associé. Pour cela le module 120 est adapté pour contrôler l'émetteur principal de telle sorte que celui-ci n'émette que lorsque le véhicule se trouve à proximité de la ligne de référence. Pour cela, dans le cadre de la présente invention, le module 120 est formé d'un récepteur auxiliaire embarqué sur chaque véhicule et accordé sur un émetteur auxiliaire 203 de portée limitée, placé près du capteur 201 intégré au récepteur principal. De nombreuses structures de récepteur 120 sont susceptibles de donner satisfaction dans le cadre de la présente invention. Pour cette raison la structure du récepteur 120, qui est donnée à titre d'illustration non limitative, ne sera pas décrite dans le détail par la suite.

On notera cependant que selon l'exemple illustré le module récepteur 120 représenté sur la figure 2 annexée, comprend une antenne de réception 121, formée par exemple d'un fil flottant et, qui charge un circuit L C à haut coefficient de qualité et, qui contrôle un transistor amplificateur, mélangeur et détecteur, ainsi qu'un étage trigger de sortie.

Le module de reconnaissance du moment opportun d'émettre 120 fonctionne comme suit.

L'émetteur auxiliaire 203 génère en permanence un signal, par exemple basse fréquence, aux abords de la ligne d'arrivée. Ce signal basse fréquence généré par l'émetteur auxiliaire 203 est reçu successivement par les différents modules 120 lorsque le véhicule associé approche de la ligne d'arrivée, pour commander la mise en service de l'émetteur 180.

L'oscillateur 140 a pour but de générer une haute fréquence, de préférence dans la gamme 2 - 3 MHz. Là encore, l'oscillateur 140 peut faire l'objet de nombreux modes de réalisation. De préférence il s'agit d'un oscillateur à quartz. Selon le mode de réalisation illustré sur la figure 2 annexée l'oscillateur 140 est réalisé par association d'un quartz 141 et de porte NAND à deux entrées 142, 143. Cette disposition permet de relier directement l'une des entrées de la porte NAND 142 à la sortie du module 120 de sorte que lorsque le module 120 détecte l'émission provenant de l'émetteur 203, soit à l'approche de la ligne d'arrivée, l'oscillateur 140 est validé, alors que par contre lorsque aucune émission n'est détectée par le module 120, l'oscillateur 140 est bloqué.

Plus précisément encore l'oscillateur 140 illustré sur la figure 2 annexée comprend un quartz 141 dont les bornes sont reliées à la masse du montage par l'intermédiaire respectivement d'un condensateur C 144 et d'un condensateur réglable C 145. Une résistance R 146 est connectée en parallèle du quartz 141. Le point commun au quartz 141 et au condensateur C 144 est relié à une première entrée de la porte NAND 142. La seconde entrée de la porte NAND 142 est reliée à la sortie du module 120 précité.

Le point commun au quartz 141 et au condensateur réglable C 145 est relié à la sortie de la porte NAND 142 par l'intermédiaire d'une résistance R 147. Par ailleurs la sortie de la porte NAND 142 est reliée, en commun, aux deux entrées de la porte NAND 143. La sortie de cette porte NAND 143 constitue la sortie de l'oscillateur 140.

Un signal haute fréquence est disponible sur la sortie de la porte NAND 143 lorsque le module 120 détecte l'émission provenant de l'émetteur 203. A titre d'exemple non limitatif les condensateurs C 144 et C 145 peuvent posséder une capacité de l'ordre de 30 pF, tandis que la résistance R 146 possède une impédance de 4,7 MΩ , la résistance R 147 une impédance de 1 KΩ .

Le condensateur ajustable C 145 permet de régler avec précision la fréquence du signal disponible sur la sortie de la porte NAND 142.

Un interface de puissance 160 est intercalé entre l'oscillateur 140 et l'émetteur 180. Fonctionnellement l'interface de puissance 160 est constitué d'un interrupteur ultra-rapide alternativement positionné à l'état passant puis bloqué par l'oscillateur 140. Selon le mode de réalisation illustré sur la figure 2 cet interrupteur ultra-rapide est formé d'un transistor de type NPN, référencé 161.

La base du transistor T 161 est reliée à la sortie de l'oscillateur 140 par l'intermédiaire d'une cellule R - RC 162. Cette cellule 162 est adaptée pour accélérer la commutation du transistor T 161, que ce soit dans le sens de la saturation ou du blocage.

La cellule 162 comprend un ensemble relié à la base du transistor T 161 et comprenant en parallèle un condensateur C 163 et une résistance R 164. Cet ensemble est relié par ailleurs, par l'intermédiaire d'une résistance série R 165, à la sortie de la porte NAND 143.

A titre d'exemple non limitatif le condensateur C 163 peut avoir une capacité de 1nF, tandis que les résistances R 164 et R 165 ont respectivement des impédances de 50 Ω et 100 Ω.

Le fonctionnement de l'interface de puissance 160 est le suivant.

Supposons qu'à l'instant t le transistor 161 soit bloqué et que la porte NAND 143 commute de l'état 0 à l'état 1. Le courant issu de la porte NAND 143 et qui attaque la base du transistor T 161 par l'intermédiaire de la cellule 162 va décroitre exponentiellement suite à la charge du condensateur C 163. La constante de temps déterminée par le condensateur C 163 et la résistance R 164 est de préférence adaptée pour être de l'ordre de grandeur d'une demie période des oscilla-

tions issues de l'oscillateur 140, par exemple de l'ordre de 150µs. De ce fait le transistor T 161 à sa base attaquée par un échelon de courant superposé à une impulsion de courant à décroissance exponentielle qui favorise un temps de commutation court.

Par contre lorsque la porte NAND 143 bascule de l'état 1 à l'état 0, le condensateur C 163 étant initialement chargé, on obtient un potentiel négatif sur la base du transistor T 161. Ce potentiel va croître exponentiellement lorsque le condensateur C 163 se décharge à travers la résistance R 164. Le potentiel négatif appliqué initialement sur la base du transistor T 161 permet d'améliorer le temps de blocage du transistor.

L'émetteur du transistor T 161 est relié à la masse du montage.

En outre de préférence une diode D 166 est reliée entre la base et le collecteur du transistor T 161, la cathode de la diode D 166 étant plus précisément reliée au collecteur du transistor T 161. La diode D 166 a pour fonction de protéger le transistor.

Ce dernier est commuté alternativement à l'état passant et à l'état bloqué par l'oscillateur 140 avec un rapport ciclique de 50 %.

La diode D 166 doit également commuter rapidement. Elle peut être formée par exemple d'une diode type 1N 41 48. Le transistor T 161 peut être du type 2N2369.

Le moyen émetteur 180 comprend de préférence au moins une diode émettant dans le domaine infrarouge connecté en série du trajet de conduction principale du transistor T 161.

Plus précisément encore de préférence il est prévu une pluralité de diodes émettrices IR positionnées de sorte que l'émission globale ait une réponse quasi isotropique sur un angle important, par exemple de l'ordre de 120°.

Selon le mode de réalisation particulier représenté sur la figure 2 annexée il est ainsi prévu 4 branches connectées en parallèle entre une borne d'alimentation positive de l'alimentation 110 et le collecteur du transistor T 161 ; chacune des branches précitées comprend une diode émettrice D 181, D 182, D 183 ou D 184, et une résistance série R 185, R 186, R 187 ou R 188.

A titre d'exemple non limitatif chacune des diodes D 181 à D 184 peut être du type L 23 47 commercialisée par HAMAMATSU.

On notera que les différents modules 120 de reconnaissance du moment opportun d'émettre intégrés aux dispositifs émetteurs 100 sont standards, dans la mesure où l'émission à partir du sol générée par l'émetteur 203 est la même pour tous les véhicules. On notera également que les caractéristiques de l'émetteur auxiliaire 203 ont peu de contrainte étant donné que cet émetteur est basé au sol. En particulier cet émetteur auxiliaire 203 n'est pas assorti de problèmes de consommation, d'encombrement ou de complexité.

On va maintenant décrire la structure du récepteur principal 200 en regard de la figure 1 et des figures 3A et 3B.

Pour l'essentiel le récepteur principal 200 comprend un capteur 201 et une pluralité de modules 210A, 210B... 210N.

Le capteur 201 est basé à poste fixe au niveau d'un lieu de détection, le plus souvent la ligne d'arrivée du circuit. Le capteur 201 est sensible au rayonnement généré par les différents émetteurs 180. Dans la pratique il s'agira de préférence d'une diode type PIN ou APD. Un filtre optique très sélectif est de préférence associé à la diode 201 pour réduire au maximum le bruit ambiant et ne recueillir que le spectre de puissance correspondant à l'émission du signal utile.

La diode 201 peut être par exemple du type BPX 161 de chez RTC.

L'anode de la diode 201 étant reliée à la masse du montage, cette diode 201 est polarisée par une résistance série R reliée par ailleurs à une borne d'alimentation positive +VCC, ainsi que de préférence par une cellule L-C parallèle qui permet un accord sommaire.

Le signal utile correspondant aux différentes hautes fréquences spécifiques générées par les émetteurs 180 est récupéré sur la cathode de la diode 201. Ce signal utile est dirigé vers les différents modules 210. Ceux-ci ont une structure similaire. Il est prévu un nombre de modules 210 égal au nombre d'émetteurs principaux 100. Chaque module 210 est pourvu de moyens de discrimination aptes à isoler respectivement, à partir du signal issu du capteur 201, une composante haute fréquence spécifique, et de moyens aptes à détecter le maximum d'amplitude de cette composante.

Comme cela sera explicité par la suite, l'instant de détection du maximum d'amplitude de cette composante coïncide en effet avec l'instant de franchissement de la ligne d'arrivée.

On notera cependant à l'examen des figures annexées que de préférence un ampli-filtre 205 unique est intercalé entre le capteur 201 et les différents modules 210.

Outre une fonction de filtrage, l'ampli-filtre 205 a pour fonction de réaliser une adaptation d'impédance. Dans la pratique l'ampli-filtre 205 pourra être constitué de plusieurs étages montés en cascade : un premier étage dont le gain est unitaire et dont l'impédance d'entrée est considérée comme infinie afin de réaliser une adaptation d'impédance, et au moins un étage aval formant filtre-passe bande dans la gamme de fréquence choisie, assurant un gain élevé de pouvoir exploiter les signaux utiles reçus. Les différents étages de l'ampli-filtre 205 pourront être réalisés à partir de circuits intégrés standards du commerce. Pour cette raison la structure de l'ampli-filtre 205 ne sera pas décrite plus en détail par la suite.

Chaque module 210 comprend avant tout un opérateur de changement de fréquence 212 recevant le signal issu de l'ampli-filtre 205. L'opérateur de changement de fréquence 212 est commandé par un oscillateur à quartz 220 respectivement associé. L'opérateur 212 est constitué d'un multiplieur analogique réalisé à l'aide de circuit intégré linéaire disponible dans le commerce. Il a pour fonction de multiplier le signal de réception issu de l'ampli-filtre 205 par celui fourni par l'oscillateur local 220. Le signal issu de l'opérateur de changement de fréquence 212 est ensuite dirigé vers une cellule d'amplification et de filtrage 240 destiné à isoler chacun des signaux utiles correspondants à une haute fréquence spécifique.

Selon une caractéristique importante de la présente invention, pour permettre d'utiliser des cellules 140 standard dans tous les modules 210, il est prévu d'apairer le quartz 141 pilotant l'oscillateur 140 des différents émetteurs principaux et le quartz 221 des oscillateurs 220 commandant l'opérateur de changement de fréquence 212 associé, de telle sorte que les signaux utiles issus des différents opérateurs de changement de fréquence 212 aient tous la même fréquence.

Par ailleurs dans le cadre de la présente invention, l'opérateur 212 est conçu pour délivrer le facteur de fréquence le plus élevé, c'est à dire en considérant une fréquence utile Y issue de l'ampli-filtre 205, comprise entre deux et trois MHz par exemple, et une fréquence X de l'oscillateur 220, pour délivrer une fréquence de sortie X + Y. De préférence le signal utile obtenu en sortie des différents opérateurs 212 possède une fréquence de 10,7 MHz.

Selon la représentation donnée sur la figure 3A annexée, chaque oscillateur 220 est réalisé à l'aide de portes NON 222, 223, d'un quartz 221 associé et de filtre RC en T, en sortie.

Plus précisément encore les bornes du quartz 221 sont reliés à la masse du montage par l'intermédiaire d'un condensateur C 124 et d'un condensateur ajustable C 225. Une résistance R 226 est reliée en parallèle du quartz 221.

Le point commun au quartz 221 et au condensateur ajustable C 225 attaque l'entrée de la porte 222.

Le point commun au quartz 221 et au condensateur C 224 est relié par l'intermédiaire d'une résistance R 227 à la sortie de la porte 222. Cette sortie de la porte 222 est par ailleurs reliée à l'entrée de la porte 223. La sortie de la porte 223 attaque les filtres RC en T précités.

Ceux-ci comprennent une pluralité de résistances R 228, R 229, R 230, R 231 et une résistance ajustable R 232 reliées en série entre la sortie de la porte 223 et la masse du montage. Le point commun à deux résistances R 228 à R 232 est relié à la masse du montage par l'intermédiaire de condensateurs C 233, C 234, C 235 et C 236.

A titre d'exemple non limitatif, le condensateur C 224 peut avoir une capacité de 30 pF, le condensateur ajustable C 225 une capacité de 100 pF, les condensateurs C 233 à C 236 une capacité de 1 nF, la résistance R 226 une impédance de 10 MΩ, la résistance R 227 une impédance de 20 kΩ, et les résistances R 228 à R 232 une impédance de 10 kΩ.

La sortie de l'oscillateur 220 est prise au niveau du point milieu de la résistance ajustable de sortie R 232.

On rappelle que chaque quartz 221 est parfaitement appairé, taillé à la demande si nécessaire, à celui de l'émission du canal considéré, de telle sorte que la somme des deux fréquences (fréquence d'oscillation de l'oscillateur 140 et fréquence d'oscillation de l'oscillateur 220 associé) soit constante d'un canal à l'autre, par exemple égal à 10,7 MHz.

La somme de ces deux fréquences est obtenue en sortie de l'opérateur 212.

En fait, en sortie de différents opérateurs 212, on obtient un signal formé par la superposition de différentes composantes correspondant respectivement à la somme de la fréquence de l'oscillateur 220 considéré et des différentes hautes fréquences de modulation reçues sur le capteur 201.

L'ampli-filtre 240 connecté en aval de l'opérateur 212 a pour but d'isoler celle des hautes fréquences de modulation reçues sur le capteur 201, qui est précisément apairée avec l'oscillateur local 220 considéré.

Comme indiqué précédemment le quartz 221 et le quartz 141 peuvent être taillés à la demande. Le condensateur ajustable C 225 permet de régler avec précision la fréquence de l'oscillateur 220.

L'opérateur de changement de fréquence 212 peut être réalisé à l'aide d'un circuit type MC 1 596 G.

L'ampli-filtre 240 comprend de préférence, monté en cascade, un premier amplificateur 242 suivi d'un filtre à quartz 244.

L'amplificateur 242 peut être réalisé à l'aide d'un circuit intégré du commerce, par exemple du type LM 30 11. La sortie de l'amplificateur 242 attaque l'entrée du filtre à quartz 244. De préférence l'amplificateur 242 possède en outre une fonction de limitation du niveau du signal utile.

Pour cela de préférence la sortie de l'amplificateur 242 est chargée par une diode zener.

Le filtre à quartz 244 a pour fonction d'ouvrir une fenêtre dans le domaine fréquentiel permettant d'isoler, parmi les différentes composantes de fréquence issues de l'opérateur 212, la composante spécifique d'un canal ou véhicule donné. Le filtre 244 doit posséder une grande sélectivité, d'où le choix d'un filtre à quartz. Le demandeur a pour l'instant retenu, pour réaliser les filtres à quartz 244, le filtre type 10 8 D commercialisé par LPE.

Le signal utile de fréquence constante, par exemple 10,7 MHz est ensuite dirigé vers une cellule d'amplification et de détection 250. Celle-ci comprend de préférence un premier étage d'amplificateur 251 et un second étage de détection 255.

L'étage amplificateur 251 peut être formé à l'aide d'un circuit intégré du commerce, par exemple du type L M 30 11.

L'étage de détection 255 a pour fonction de réaliser une détection d'enveloppe classique. L'étage de détection 255 comprend de façon classique en soit une diode rapide D 256 et une cellule RC comprenant en parallèle un condensateur C 257 et une résistance R 258.

L'anode de la diode D 256 est connectée en sortie de l'étage amplificateur 251. La sortie de l'étage de détection 255 est prélevée sur la cathode de la diode D 256. La cellule R 258-C 257, parallèle, est reliée entre la cathode de la diode D 256 et la masse du montage.

On obtient ainsi en sortie de l'étage de détection 255, sur la cathode de la diode D 256, un signal en forme de cloche synchronisée sur le passage de la ligne de référence par le véhicule associé.

Ce signal est dirigé vers la cellule de mise en forme 260.

A titre d'exemple non limitatif la diode D 256 peut être du type 1 N 41 48, le condensateur C 257 peut avoir une capacité de 100 nF, et la résistance R 258 une impédance de 10 k Ω.

La valeur de l'impédance de la résistance R 258 et la capacité du condensateur C 257 sont déterminées d'une part de telle sorte que l'impédance de la résistance R 258 ne soit pas trop élevée à l'égard de l'impédance d'entrée des étages suivants de la cellule de mise en forme 260, d'autre part de telle sorte que la constante de temps de

la cellule de détection 255 soit nettement inférieure au temps de réception du rayonnement généré par l'émetteur 180, sur le capteur 201 . La constante de temps de la cellule de détection 255 peut par exemple être de l'ordre du dixième du temps de réception sur le capteur 201.

On rappelle que ce temps de réception dépend à la fois de la portée de l'émetteur auxiliaire 203 et de la vitesse du véhicule.

La cellule de mise en forme 260 a pour fonction de générer à partir de l'enveloppe du signal de réception d'un canal, issue de la cellule de détection 255, une impulsion au format logique, dont le front montant coïncide exactement au moment de franchissement de la ligne de référence par le véhicule associé. Ceci est obtenu par le fait que l'instant du franchissement de la ligne de référence coïncide avec une réception maximale du canal considéré, donc au sommet de l'enveloppe issue de la cellule de détection 255.

Cette recherche du maximum d'amplitude est plus précisément effectuée en différentiant le signal issu de la cellule de détection 255 et en procédant par détection du passage par 0 du signal différencié.

En parallèle il est prévu de déterminer une zone de validition sur le niveau de la courbe en cloche à l'aide de moyens 265. Les signaux issus du détecteur de niveau 265 et du détecteur de zéro schématiquement référencé en 271 sont appliqués sur les entrées d'une porte NAND 280 qui déclenche un monostable de sortie 281.

Plus précisément encore, la cellule de mise en forme 260 comprend en entrée un premier étage amplificateur opérationnel du commerce, par exemple de type LM 358.

L'étage amplificateur 261 a pour but d'ajuster le niveau de la courbe en cloche issue de la cellule de détection 255, en atténuant l'éventuel résidu HF, et de réaliser en plus une adaptation d'impédance.

L'étage amplificateur 261 comprend un amplificateur opérationnel OP 262 qui reçoit sur son entrée non inverseuse le signal issu de la cellule de détection 265.

L'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel OP 262 est reliée à la sortie de celui-ci par l'intermédiaire d'un condensateur de contre-réaction C 263. Une résistance ajustable R 264 est reliée entre la sortie de l'élément OP 262 et la masse du montage, le point milieu réglable de la résistance R 264 étant relié à l'entrée inverseuse de l'élément OP 262.

La sortie de l'étage amplificateur 261 est reliée d'une part à l'étage détecteur de niveau 265, d'autre part à l'étage de différentiation 282.

L'étage détecteur du niveau 265 est réalisé sur la base d'un amplificateur opérationnel OP 266 disponible dans le commerce, par exemple du type LM 358.

L'entrée non inverseuse de l'élément OP 266 est reliée à la sortie de l'amplificateur OP 262.

Deux diodes D 268, D 267, par exemple du type 1N 41 48 sont montées tête-bêche entre l'entrée inverseuse et l'entrée non inverseuse de l'élément OP 266.

Par ailleurs l'entrée inverseuse de l'élément OP 266 est reliée à la masse du montage par l'intermédaire d'un condensateur C 270, et relié au point milieu variable d'une résistance ajustable R 269 connectée entre une borne d'alimentation positive + VCC et la masse du montage.

La sortie de l'amplificateur opérationnel OP 266 est validé lorsque le signal issu de la cellule de détection 265 dépasse un niveau prédéterminé.

La sortie de l'élément OP 266 est reliée à une première entrée d'une porte NAND 280.

La cellule de différentiation 282 comprend un condensateur C 276 et une résistance R 277 connectée en série entre la sortie de l'élément OP 262 et la masse du montage.

L'élément détecteur de zéro 271 comprend deux amplificateurs opérationnels OP 272 et OP 273 formés de circuits disponibles dans le commerce, par exemple du type LM 379.

L'entrée inverseuse de l'élément OP 272 et l'entrée non inverseuse de l'élément OP 273, sont reliées en parallèle au point commun au condensateur C 276 et à la résistance R 277.

L'entrée non inverseuse de l'élément OP 272 et l'entrée inverseuse de l'élément OP 273 sont polarisées par l'intermédiaire d'un pont résistif comprenant deux résistances R 278, R 279 connectées en série entre une borne d'alimentation positive + VCC et une borne d'alimentation négative - VCC. On notera que le point milieu aux deux résistances R 278 et R 279 est relié à la masse du montage.

La sortie de l'élément OP 272 est reliée par l'intermédiaire d'une résistance R 274 à la seconde entrée de la porte NAND 280. De façon similaire la sortie de l'élément OP 273 est reliée par l'intermédiaire d'une résistance R 275 à la seconde entrée de la porte NAND 280.

La sortie de la porte NAND 280 attaque un monostable 281, par exemple réalisé à l'aide d'un circuit intégré du type CD 4093.

A titre d'exemple non limitatif le condensateur C 263 peut posséder une capacité de 220 nF, le condensateur C 270 une capacité de 100 μF, le condensateur C 276 une capacité de 47 μF, les résistances ajustables R 264, R 269, R 278 et R 279, une impédance de 10 kΩ, et les résistances R 274 et R 275 une impédance de 4,7 kΩ.

Les impédances du condensateur C 276 et de résistance R 277 doivent être déterminées pour définir une constante de temps qui différencie même un signal lent obtenu lorsque le véhicule considéré franchira la ligne de référence à vitesse lente.

En l'état actuel le demandeur a retenu une constante de temps de l'ordre de 500 µs.

On a illustré sur la première ligne de la figure 4 le signal en cloche obtenu en sortie d'une cellule de détection 255.

On a par ailleurs illustré sur la deuxième ligne de la figure 4 le signal obtenu en sortie de la cellule de différentiation 282, soit au point milieu de la branche série C 276-R 277. On a illustré sur la troisième ligne de la figure 4 l'impulsion logique obtenu en sortie du détecteur de zéro 271.

Enfin on a illustré sur la quatrième ligne de la figure 4 le signal obtenu en sortie du monostable 281.

Pour l'essentiel le fonctionnement du dispositif qui vient d'être décrit est le suivant.

Lorsque les véhicules se déplacent sur le circuit à distance de la ligne de référence, le signal généré par l'émetteur auxiliaire 203 n'est pas perçu par les modules 120. De ce fait les différents oscillateurs 140 sont bloqués. Il en est de même des interfaces de puissance 160, le transistor T 161 étant à l'état bloqué. De ce fait aucune émission n'est générée par les divers émetteurs 180.

De là aucun signal utile n'est reçu sur le capteur 201.

Lorsqu'un véhicule s'approche de la ligne de référence, et pénètre dans le périmètre d'efficacité de l'é-

metteur auxiliaire 203, le rayonnement correspondant reçu par le module 120 active l'oscillateur 140 et de là l'interface de puissance 160 pour commander une émission au niveau de l'élément 180. Celui-ci génère un rayonnement infrarouge modulé tout ou rien à une fréquence choisie comprise par exemple entre deux et trois MHz, spécifique de l'oscillateur 140 embarqué sur le véhicule considéré. En d'autres termes la fréquence de modulation du rayonnement infrarouge change d'un véhicule à l'autre.

Le rayonnement infrarouge généré par l'élément 180 est reçu par le capteur 201. La fréquence de modulation utile reçue sur le capteur 201 et transitant par l'amplifiltre 205 est multipliée dans chacun des opérateurs 212 sur la base de différentes fréquences générales par les oscillateurs 220. On obtient en sortie des différents opérateurs de changement de fréquence 212 un signal de fréquence $Y + X_r$ en appelant X_r la fréquence de chaque oscillateur local 220 et Y la fréquence de modulation reçue sur le capteur 201.

Parmi les fréquences $X_r + Y$ obtenues en sortie des opérateurs 212 seule une fréquence X + Y est accordée sur l'un des filtres à quartz 244. La cellule de détection 250 et la cellule de mise en forme 260 associées à ce filtre 244 génère une impulsion logique (voir figure 4) en sortie du monostable correspondant 281. On rappelle que le front montant de cette impulsion logique est synchronisé avec le passage du véhicule en question sur la ligne de référence.

Lorsque plusieurs véhicules s'approchent quasi-simultanément de la ligne de référence, leurs émetteurs 180 génèrent simultanément un rayonnement infrarouge modulé en tout ou rien par une fréquence choisie comprise par exemple entre deux et trois MHZ.

Les différentes fréquences de modulation sont par conséquent reçues simultanément sur le capteur 201.

Ces différentes fréquences de modulation transitent par l'ampli-filtre 205 et sont toutes appliquées sur les différents opérateurs de changement de fréquence 212.

Chaque opérateur de changement de fréquence 212 multiplie les différentes fréquences de modulation $Y_1 \ldots Y_N$ par la fréquence X_r de l'oscillateur local 220 associé.

Les fréquences $Y_1 + X_r, Y_N + X_r$ obtenues en sortie des opérateurs 212 sont filtrées par les filtres à quartz 244 connectés en aval.

Une impulsion est générée en sortie d'un monostable 281 lorsque la somme des fréquences Y + X correspond à la fréquence d'accord du filtre à quartz 244.

En d'autres termes une impulsion n'est générée en sortie d'un monostable 281 que lorsque le véhicule associé passe par la ligne de référence.

Les impulsions générées en sortie des différents monostables 281 sont appliquées à une unité de traitement 290.

Celle-ci pourra faire l'objet de nombreux modes de réalisation.

L'unité de traitement 290 peut être adaptée pour compter le nombre de passages par la ligne de référence, chronométrer le temps de parcours du circuit entre deux passages consécutifs par la ligne de référence, calculer le temps moyen de parcours du circuit, et imprimer ou afficher ces informations ainsi que toutes informations classiques dérivées.

Bien entendu la présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation particulier qui vient d'être décrit, mais s'étend à toute variante conforme à son esprit.

On peut également concevoir de piloter d'autres instruments de mesure ou d'autres équipements tels que par exemple un radar à effet Doppler lors de la détection d'un véhicule particulier ou non, par le système précédemment décrit.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de détection, en particulier pour le chronométrage de véhicules lors de compétitions sportives et pour le pilotage d'appareils de msure ou de visualisation caractérisé par le fait qu'il comprend :

- une pluralité d'émetteurs principaux (100 A...100N) portés par des véhicules respectifs à détecter, et générant chacun une onde électromagéntique modulée par une haute fréquence spécifique, respectivement associée au véhicule considéré, et

- un récepteur principal (200) comprenant :

. au moins un capteur (201) basé à poste fixe au niveau d'au moins un lieu de détection, et sensible aux ondes électromagnétiques générées par les différents émetteurs principaux (100) et

. une pluralité de modules (210), en nombre égal au nombre d'émetteurs principaux, et pourvus chacun de moyens de discrimination (212, 240) aptes à isoler respectivement, à partir du signal issu du capteur (201), une composante haute fréquence spécifique et de moyens (250, 260) aptes à détecter le maximum d'amplitude de cette composante.

2. Dispositif de détection selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre un émetteur auxiliaire (203) de portée limitée, placé près du récepteur principal (200), et une pluralité de récepteurs auxiliaires (120) embarqués respectivement sur les véhicules et accordés sur l'émetteur auxiliaire, les récepteurs auxiliaires étant adaptés pour contrôler les émetteurs principaux (100) de telle sorte que ceux-ci n'émettent que lorsque le récepteur auxiliaire (120) associé reçoit un signal en provenance de l'émetteur auxiliaire (203).

3. Dispositif de détection selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé par le fait que l'onde électromagnétique émise par les émetteurs principaux (100) est du domaine infrarouge.

4. Dispositif de détection selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que chacun des émetteurs principaux comprend un oscillateur (140) piloté par un quartz (141) et accordé sur une haute fréquence spécifique et un élément émetteur (180) contrôlé par le signal issu de l'oscillateur (140) pour générer ladite onde électromagnétique modulée en tout ou rien par une haute fréquence spécifique.

5. Dispositif de détection selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que les moyens de discrimination comprennent un opérateur de changement de fréquence (212) commandé par un oscillateur à quartz (220) respectivement associé.

6. Dispositif de détection selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisé par le fait que le quartz (141) pilotant l'oscillateur (140) d'un émetteur principal (100) et le quartz (221) d'un oscillateur (220) commandant l'opérateur de changement de fréquence associé sont respectivement appairés de telle sorte que les signaux utiles issus des différents opérateurs de changement de fréquence (212) aient tous la même fréquence.

7. Dispositif de détection selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé par le fait que chaque opérateur de changement de fréquence (212) est suivi d'au moins un filtre (244), de préférence un filtre à quartz.

8. Dispositif de détection selon la revendication 7, caractérisé par le fait que les filtres (244) intégrés aux différents modules (210), en aval des opérateurs de changement de fréquence (212), sont identiques.

9. Dispositif de détection selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que les moyens aptes à détecter le maximum d'amplitude des composantes haute fréquence du signal reçu sur le capteur (201) comprennent des moyens (255) aptes à opérer une détection d'enveloppe, des moyens de différentiation (282), et des moyens (271) de détection du passage à zéro du signal issu des moyens de différentiation.

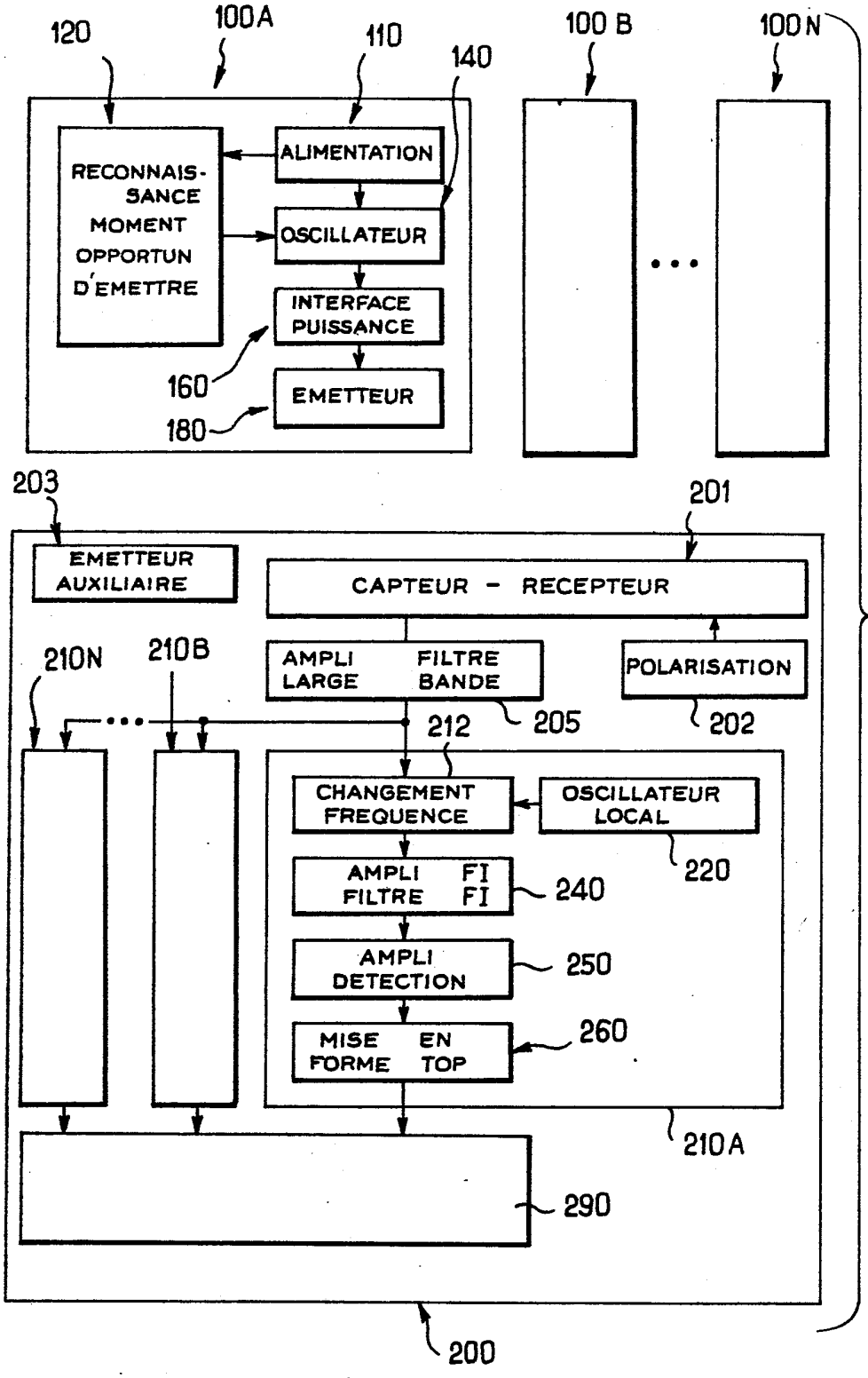

120
100A
110
140
100 B
100 N
RECONNAIS-SANCE MOMENT OPPORTUN D'EMETTRE
ALIMENTATION
OSCILLATEUR
INTERFACE PUISSANCE
EMETTEUR
160
180
203
201
EMETTEUR AUXILIAIRE
CAPTEUR - RECEPTEUR
210N
210B
AMPLI LARGE
FILTRE BANDE
POLARISATION
205
202
212
CHANGEMENT FREQUENCE
OSCILLATEUR LOCAL
220
AMPLI FILTRE FI
240
AMPLI DETECTION
250
MISE EN FORME TOP
260
210A
290
200

FIG.1

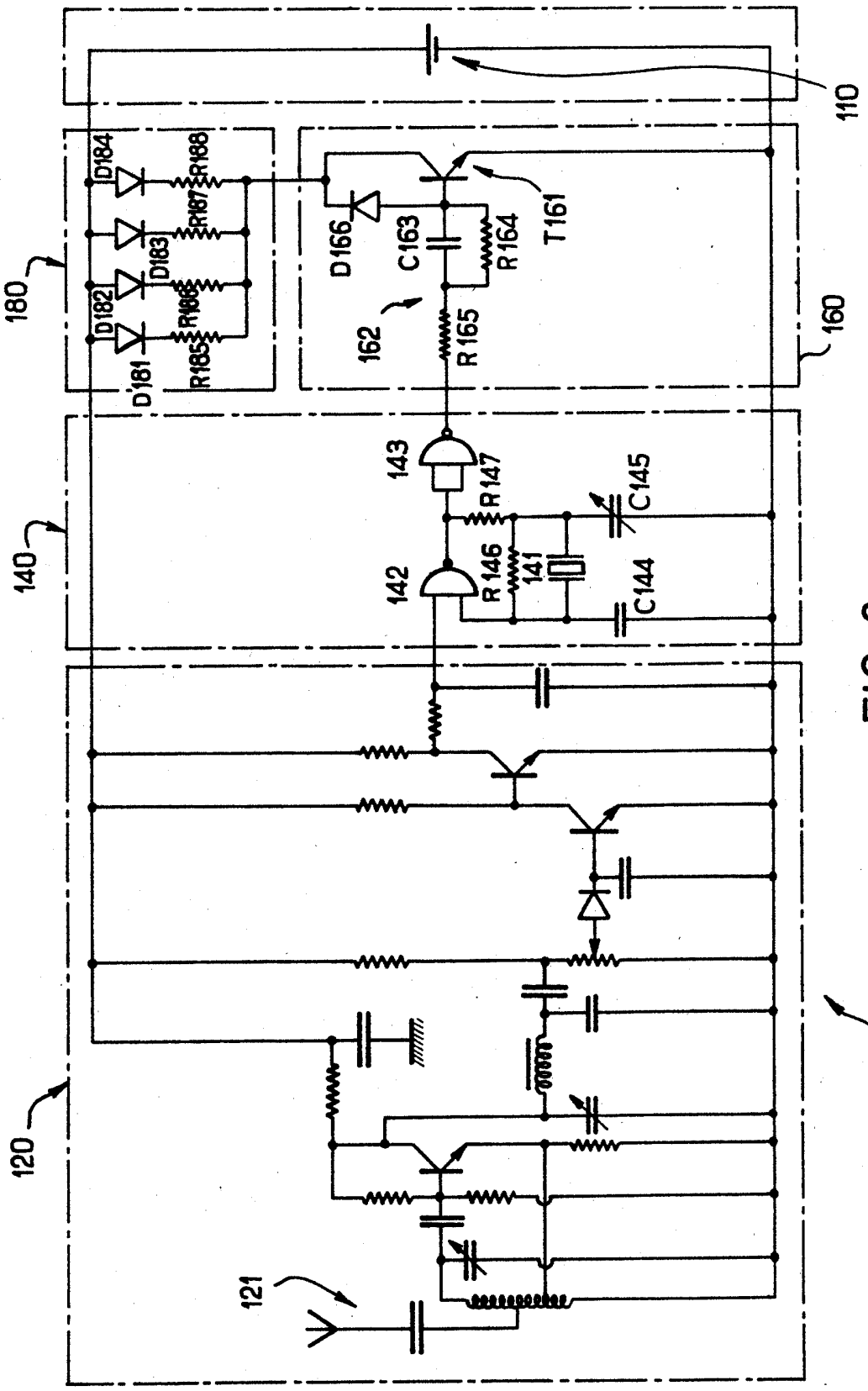
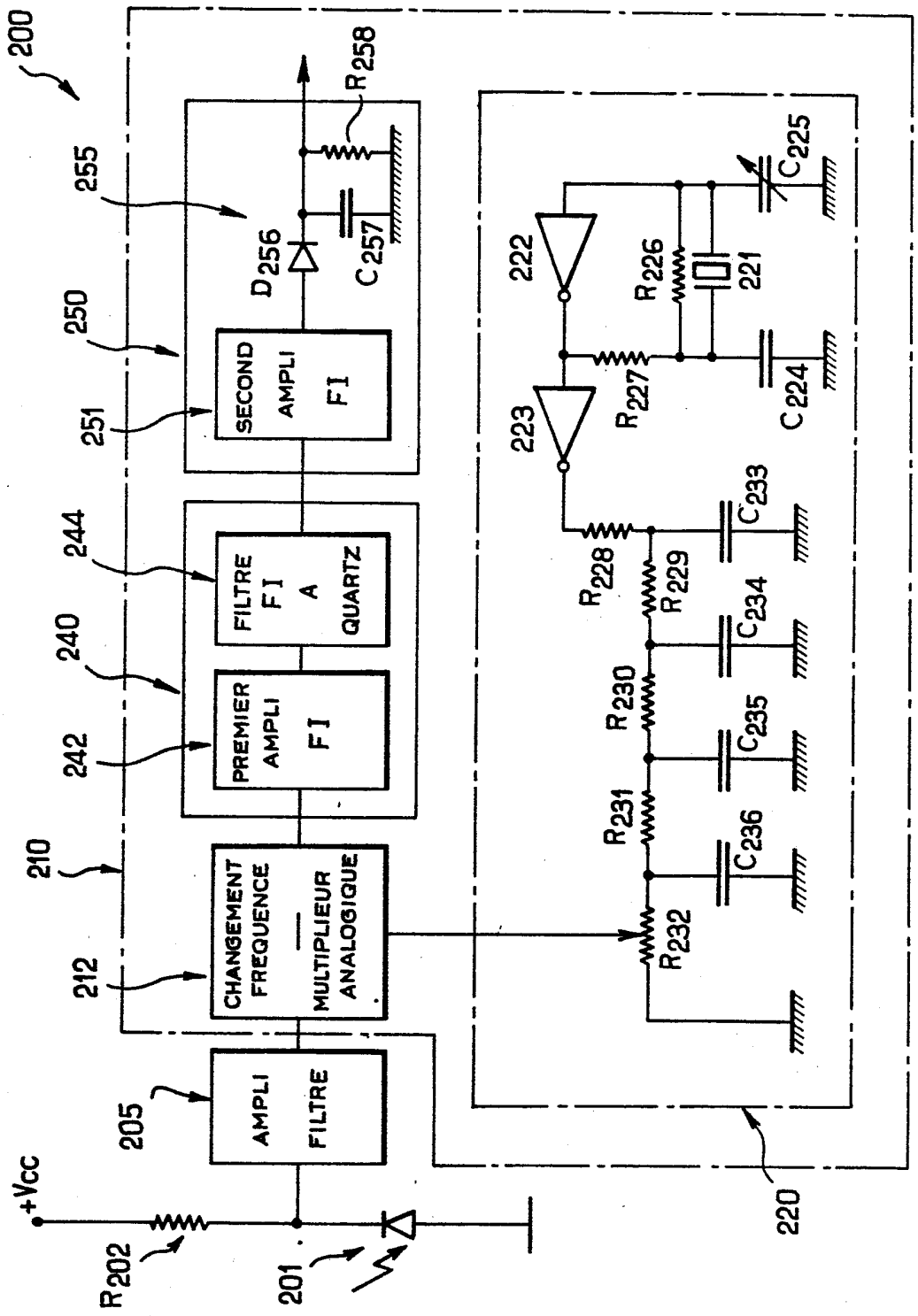

110
180
160
140
120
100
121
162
D184
R188
R187
D183
D182
R186
R185
D181
D166
C163
R164
T161
R165
143
R147
C145
142
R146
141
C144

FIG_2

FIG_3A


200
255
250
251
244
240
242
210
212
205
+Vcc
R202
201
220
R258
D256
C257
SECOND AMPLI FI
FILTRE FI A QUARTZ
PREMIER AMPLI FI
CHANGEMENT FREQUENCE — MULTIPLIEUR ANALOGIQUE
AMPLI FILTRE
222
223
R226
221
C225
R227
C224
C233
R228
R229
C234
R230
C235
R231
C236
R232

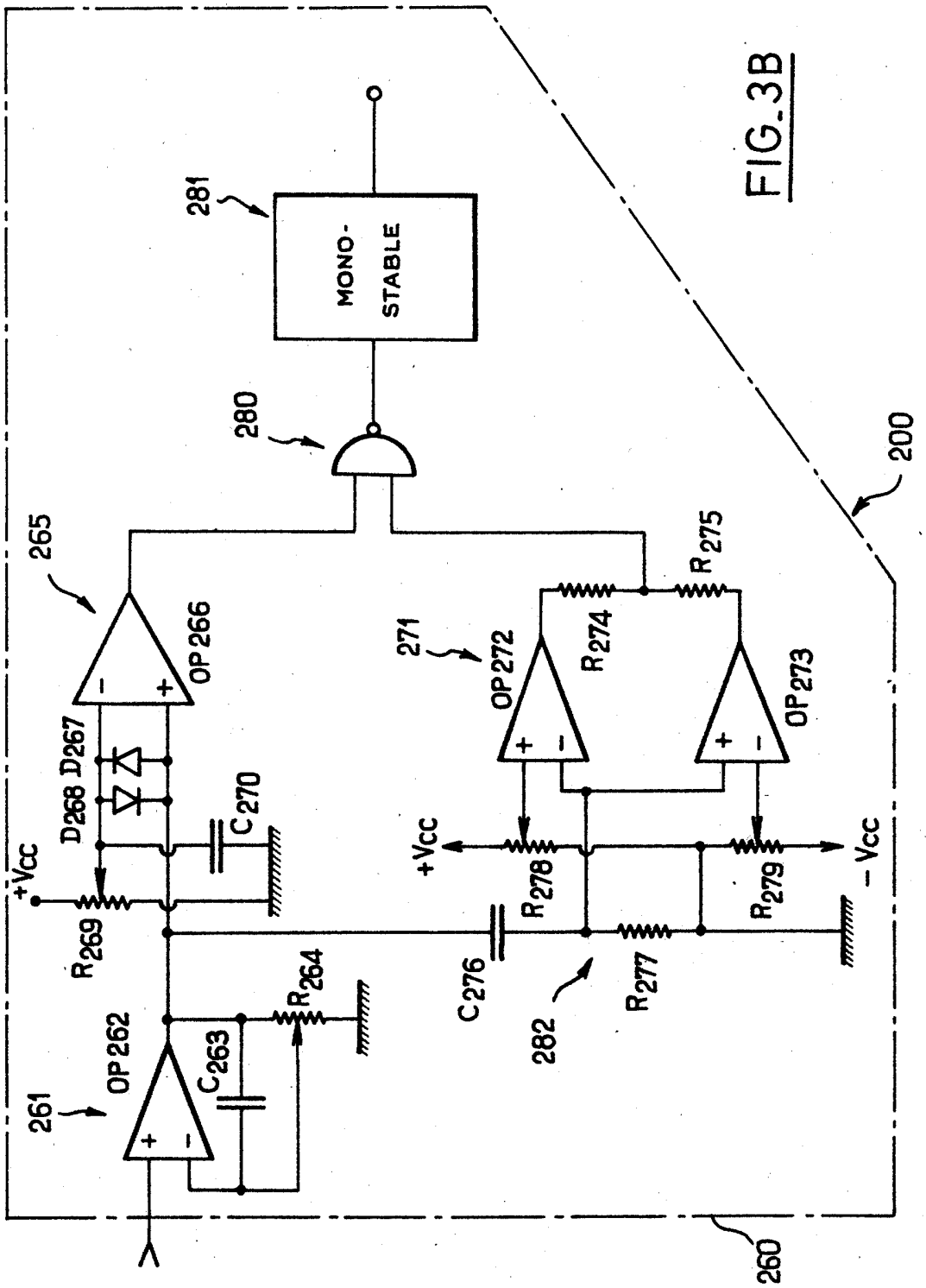
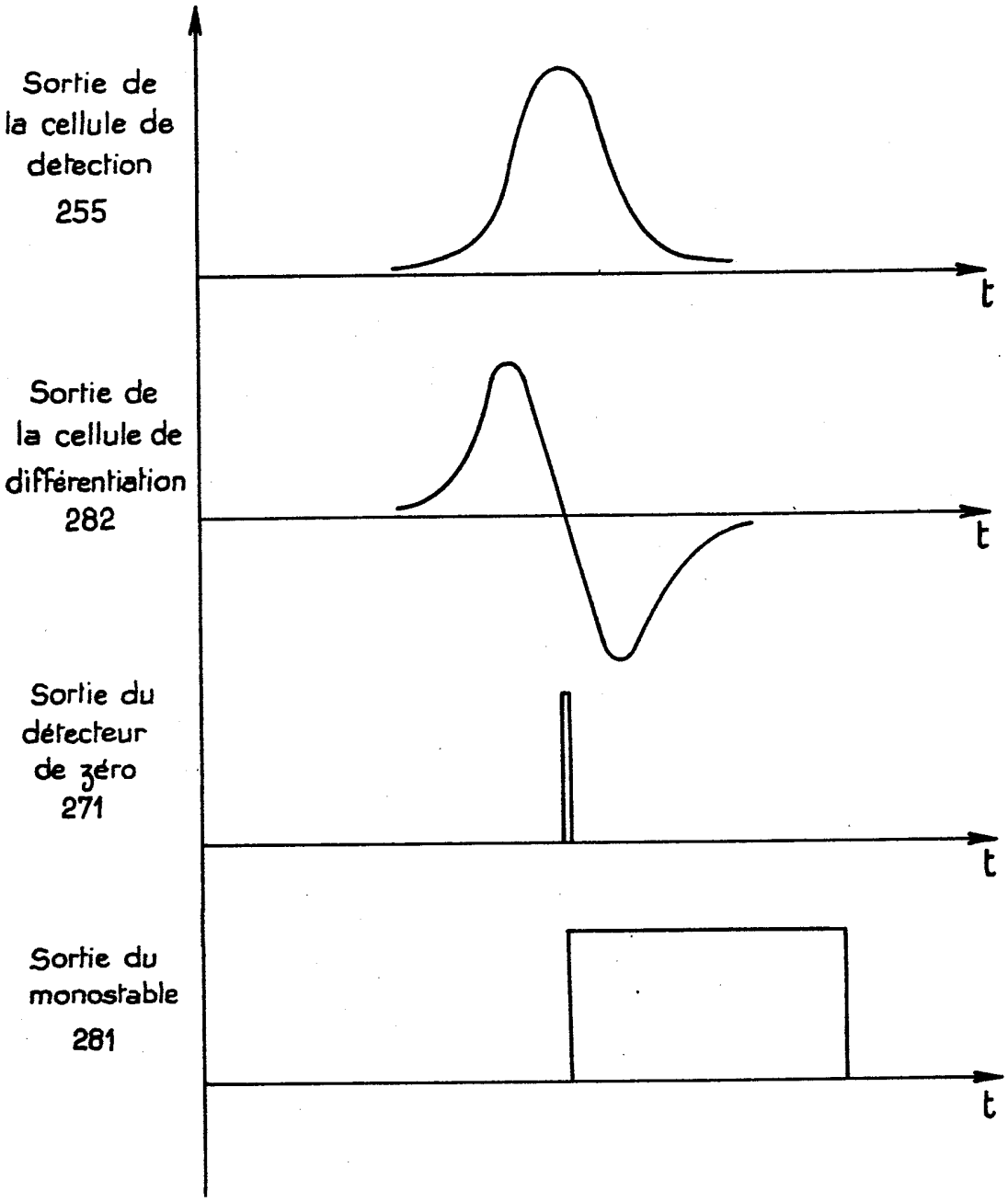

MONO-
STABLE
281
280
265
OP 266
D267
D268
C270
+Vcc
R269
R264
C263
OP 262
261
C276
R278
R277
282
271
OP 272
OP 273
R274
R275
R279
-Vcc
200
260

FIG_3B

FIG_4


Sortie de la cellule de detection 255
t
Sortie de la cellule de différentiation 282
t
Sortie du détecteur de zéro 271
t
Sortie du monostable 281
t