

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 INSTITUT NATIONAL
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
 PARIS

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

2 554 599

(21) N° d'enregistrement national : **83 17731**

(51) Int Cl⁴ : G 01 S 15/60.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 8 novembre 1983.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
 demande : BOPI « Brevets » n° 19 du 10 mai 1985.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
 rentés :

(71) Demandeur(s) : REGIE NATIONALE DES USINES RE-
 NAULT. — FR.

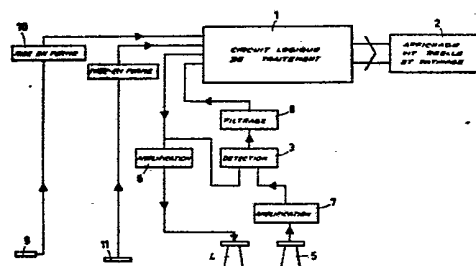
(72) Inventeur(s) : Yves Drutel, Gérard Joyez, André Theve-
 nin et Georges Huddleston.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Michel Tixier, régie nationale des usines
 Renault.

(54) Procédé et dispositif de mesure par ultrasons de la vitesse d'avancement d'un véhicule par rapport au sol.

(57) Ce dispositif comprend un générateur de signal à fré-
 quence ultrasonique, des moyens 6, 4 d'émission d'un signal
 ultrasonique vers le sol, des moyens de réception 5 et d'ampli-
 fication 7 du signal réfléchi du sol vers le véhicule, des moyens
 de détection 3 engendrant un signal produit du signal émis par
 le signal reçu, et des moyens de filtrage 8 pour extraire un
 signal Doppler du signal produit. Le dispositif comprend en
 outre un capteur de température de l'air ambiant 11 connecté
 à un circuit logique de traitement 1 comportant un micropro-
 cesseur 13 assurant un filtrage médian, une moyenne exponen-
 tielle et une correction en température du signal Doppler.
 Application aux tracteurs agricoles.



FR 2 554 599 - A1

PROCEDE ET DISPOSITIF DE MESURE PAR ULTRASONS DE LA
VITESSE D'AVANCEMENT D'UN VEHICULE PAR RAPPORT AU SOL

- La présente invention se rapporte à un procédé de
5 mesure de la vitesse d'un véhicule par ultrasons et
son application à la mesure du patinage des roues d'un
tel véhicule, ainsi qu'à un dispositif pour la mise en
oeuvre de ce procédé.
- 10 La vitesse d'avancement d'un véhicule peut se déduire
de celle des roues de ce véhicule lorsqu'il y a roulem-
ent sans glissement, mais tel n'est plus le cas en
présence d'un patinage des roues. On rencontre notam-
ment ce problème sur les tracteurs agricoles dont il
15 faut connaître la vitesse d'avancement par rapport au
sol, soit pour assurer un épandage précis d'une quan-
tité de matière par unité de surface, soit pour en
déduire le taux de patinage des roues afin d'optimiser
la vitesse du tracteur et/ou la profondeur de labour.
- 20 Le brevet FR-A- 2 354 565 décrit un dispositif de
mesure par ultrasons de la vitesse d'avancement d'un
véhicule par rapport au sol comprenant un émetteur et
un récepteur de signaux ultrasons ainsi qu'un circuit
25 de mise en forme et de traitement de ces signaux pro-
duisant un signal Doppler représentatif de ladite
vitesse.
- Malheureusement, en pratique l'information ainsi obte-
30 nue sur la vitesse du véhicule n'est pas réellement
fiable car le signal Doppler est fortement affecté par
les variations de la célérité du son en fonction de la
température de l'air et des coefficients de réflexion
et de diffusion du sol dues aux irrégularités et modi-
35 fications de la nature du terrain rencontré.

La présente invention vise à fournir un procédé de mesure par ultrasons de la vitesse d'avancement d'un véhicule par rapport au sol qui permette de s'affranchir des erreurs systématiques et aléatoires rencontrées avec le dispositif du brevet précité.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de mesure par effet Doppler de la vitesse d'avancement d'un véhicule par rapport au sol suivant lequel on émet vers le sol un signal de fréquence ultrasonique, on détecte le signal réfléchi du sol vers le véhicule, on engendre un signal produit du signal émis par le signal reçu et on filtre ledit signal produit pour en extraire la fréquence fondamentale constituant un signal Doppler représentatif de la vitesse d'avancement du véhicule par rapport au sol, caractérisé en ce qu'on effectue en outre successivement un filtrage médian et une moyenne exponentielle du signal Doppler.

Suivant une caractéristique de l'invention, on effectue en outre sur le signal Doppler filtré une correction en fonction de la température de l'air ambiant.

L'invention a également pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé défini ci-dessus comprenant un générateur de signal à fréquence ultrasonique connecté à des moyens d'émission d'un signal ultrasonique vers le sol, des moyens de réception et d'amplification du signal réfléchi du sol vers le véhicule, des moyens de détection engendrant ledit signal produit du signal émis par le signal reçu, et des moyens de filtrage pour extraire le signal Doppler dudit signal produit, caractérisé en ce qu'il comprend en

5 autre un capteur de température de l'air ambiant connecté à un circuit logique de traitement comportant un microprocesseur assurant le filtrage médian, la moyenne exponentielle et la correction en température du signal Doppler.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre d'un exemple de sa réalisation donné uniquement à titre d'exemple et illustré par les dessins annexés sur lesquels :

15 - la figure 1 est un schéma bloc général d'un dispositif de mesure de vitesse et du patinage des roues d'un véhicule suivant l'invention ;

20 - la figure 2 est un schéma bloc du circuit logique de traitement des données du dispositif représenté à la figure 1 ;

25 - la figure 3 est un organigramme du programme principal de fonctionnement du circuit de la figure 2 ; et

30 - la figure 4 est un organigramme d'un programme d'interruption associé au programme principal de la figure 3.

35 En se reportant à la figure 1, le dispositif de mesure de la vitesse et du patinage des roues d'un véhicule comprend un circuit logique de traitement 1 connecté d'une part à un module d'affichage 2 et d'autre part à un certain nombre de transducteurs lui fournissant des informations relatives à la vitesse des roues du véhicule, à la température de l'air ambiant et à la vitesse du véhicule par rapport au sol sous forme d'un signal Doppler.

Le signal Doppler est obtenu par multiplication dans un circuit de détection 3 des signaux de fréquence ultrasonique émis vers le sol par un émetteur 4 et reçu après réflexion par un récepteur 5. L'émetteur 4
5 est alimenté à partir d'un oscillateur du circuit de traitement 1 dont le signal est amplifié par un amplificateur 6 tandis que le signal de sortie du récepteur 5 est amplifié par un amplificateur 7 avant application au circuit de détection 3, qui reçoit par ailleurs également le signal émis par l'oscillateur. Le
10 signal Doppler généré par le circuit de détection 3 est appliqué au circuit logique de traitement 1 après filtrage en 8.

15 Le circuit de détection 3 est de préférence constitué par un multiplieur analogique XR 2208 précédé d'un écrêteur à diodes Zener permettant de s'affranchir des nombreuses variations d'amplitude que subit le signal ultrasonore reçu et d'attaquer le multiplieur analogique avec des signaux d'amplitude constante pour le
20 faire fonctionner en détecteur de phase. Le circuit de détection 3 produit donc un signal contenant le signal Doppler et des harmoniques de la porteuse, puisque le multiplieur a effectué le produit de deux fonctions
25 sinusoïdales légèrement décalées en fréquence.

Le circuit 8 est un filtre passe-bande dont la bande passante est choisie de façon à ne pas altérer le signal Doppler tout en assurant une bonne réjection de
30 la porteuse et des très basses fréquences qui pourraient apparaître par suite de vibrations mécaniques.

L'information relative à la vitesse des roues est fournie au circuit 1 par un capteur 9 disposé, par exemple,
35 en sortie de la boîte de vitesses du véhicule et dont le signal de sortie est mis en forme en 10.

Enfin, l'information relative à la température de l'air ambiant est fournie au circuit 1 par une thermistance ou autre capteur de température approprié 11 et un circuit de mise en forme 12.

5

Le circuit logique de traitement 1 est représenté plus en détail à la figure 2 et comprend un microprocesseur 13, une mémoire morte 14 contenant le programme de fonctionnement du microprocesseur 13, une mémoire vive 10 15 pour le stockage de résultats intermédiaires, deux circuits de temporisation 16 et 17 assurant la mesure de la vitesse des roues et d'avancement par rapport au sol du véhicule, un convertisseur analogique-numérique 18 pour la lecture de la température provenant du cap- 15 teur 11, un port de sortie 19 qui pilote le module d'affichage 2 et un décodeur 20 qui assure la validation des circuits 14, 15, 16, 17, 18 et 19 par leur entrée CS. Le microprocesseur 13 est connecté par un bus de données 21 aux circuits 14, 15, 16, 17, 18 et 20 19 et par un bus d'adresses 22 aux mémoires 14 et 15 et au décodeur 20.

A titre d'exemple, on peut utiliser pour les différents circuits de la figure 2 les composants suivants :

25

- microprocesseur 13 : CPU 6809

- mémoire morte 14 : EPROM 2716

30

- mémoire vive 15 : RAM 2016

- circuits de temporisation 16 et 17 : "timers" 6840

- convertisseur analogique/numérique : ADC 804

35

- port de sortie : PIA 6821

Les circuits de temporisation 16 et 17 sont de type programmable et interrompent le fonctionnement du microprocesseur 13 par son entrée IRQ pour lui permettre d'aller lire leur contenu et de traiter cette
5 information.

Le circuit de temporisation 16 comporte trois compteurs 161, 162 et 163 programmés respectivement en monostable, en comparateur de fréquence et en oscillateur.
10 Le compteur 163 génère une fréquence de, par exemple 36 kHz, qui est appliquée à l'amplificateur 6, au circuit de détection 3, ainsi qu'aux entrées d'horloge CK1 et CK2 des compteurs 161 et 162 respectivement.

15 Le signal Doppler en provenance du filtre 8 est appliqué, par l'intermédiaire d'une bascule de Schmitt 23 assurant une dernière mise en forme, aux entrées "gate" G1 et G2 des compteurs 161 et 162 respectivement.

20 Le compteur 162 génère une interruption IRQ à chaque front descendant sur son entrée G2, ce qui provoque la lecture de son contenu. La valeur lue est alors représentative de la période du signal Doppler : ce compteur 162 assure donc une mesure de période.

25 La lecture de la période s'effectuant à chaque interruption IRQ, c'est la dernière valeur lue qui resterait en principe affichée en cas de cessation du signal Doppler. Pour pallier cet inconvénient, le compteur
30 161 programmé en monostable est réinitialisé à chaque front descendant sur son entrée G1 : il envoie ainsi une interruption IRQ qui provoque la remise à zéro de l'affichage à chaque fois que la fréquence Doppler reste inférieure à une valeur donnée, par exemple 1 Hz.

35

Le circuit de temporisation 17 comporte également trois compteurs 171, 172 et 173 qui sont utilisés pour la mesure du patinage.

- 5 Le patinage des roues du véhicule est exprimé par la relation :

$$\text{Patinage} = 100 \frac{V_r - V_d}{V_r}, \text{ dans laquelle :}$$

- 10 - V_r est la vitesse périphérique des roues du véhicule ;

- V_d est la vitesse d'avancement du véhicule par rapport au sol mesurée par effet Doppler.

15

Or, $V_d = K_d \cdot f_d$ et

$$V_r = K_r \cdot f_r,$$

- 20 K_d et K_r étant des constantes et f_d et f_r les fréquences des signaux Doppler et de vitesse roues respectivement.

$$\text{On a donc : Patinage} = 100 - 100 \frac{K_d f_d}{K_r f_r}$$

- 25 Le rapport $\frac{K_d}{K_r}$ étant égal à une constante, on constate que le patinage ne dépend que du rapport $\frac{f_d}{f_r}$. C'est ainsi que dans le présent exemple de réalisation on a :

$$f_d = 1,5 \text{ KHz à } 36 \text{ km/h d'où } K_d f_d = 36$$

30 $f_r = 1,5 \text{ KHz à } 25 \text{ km/h d'où } K_r f_r = 25$

$$\text{soit : } \frac{K_d}{K_r} = 1,4$$

On en déduit :

35

- 8 -

$$\text{Patinage} = 100 - \frac{fd}{\frac{fr}{140}} = 100 - \frac{2fd}{\frac{fr}{35}} \quad (1)$$

- Le circuit de temporisation 17 permet de mesurer le patinage par application de l'expression (1), étant entendu que les valeurs numériques données ci-dessus ne doivent être considérées que comme un exemple nullement limitatif de la portée de l'invention. A cet effet, le microprocesseur 13, qui a lu la période Doppler mesurée par le circuit de temporisation 16, commande le compteur 173 pour qu'il génère une fréquence $2fd$ égale à la fréquence Doppler multipliée par deux et filtrée.
- Le compteur 171 reçoit à son entrée d'horloge CK1 le signal fr de vitesse des roues en provenance du capteur 9 et le divise par 35. Le signal $\frac{fr}{35}$ ainsi obtenu est appliqué par le compteur 171 à l'entrée "gate" G2 du compteur 172 qui reçoit sur son entrée d'horloge CK2 le signal $2fd$ de fréquence double du signal Doppler. A chaque front descendant de ce signal, le compteur 172, qui est programmé en comparateur de fréquence, envoie au microprocesseur 13 une interruption IRQ qui provoque la lecture de son contenu dont la valeur est égale à :

$$\text{PAT} = \frac{2fd}{\frac{fr}{35}} = 100 \frac{Vd}{Vr}$$

- Le microprocesseur 13 calcule et commande l'affichage de la valeur du patinage ($\text{Patinage} = 100 - \text{PAT}$) ainsi que de la vitesse du véhicule par rapport au sol suivant le programme principal et le programme d'interruption des figures 3 et 4 qui seront maintenant décrits.

En se reportant à la figure 3, le démarrage du programme principal (étape 30) est suivi d'une étape 31 d'initialisation des registres, mémoires vives, variables, ports, etc., d'une étape 32 de lecture de température, d'une étape 33 de correction en température, d'une étape 34 de recréation du signal Doppler filtré, d'une étape 35 de calcul de la vitesse V_d d'avancement du véhicule, d'une étape 36 d'affichage de la vitesse V_d d'avancement du véhicule, d'une
5 étape 37 de calcul du patinage, d'une étape 38 d'affichage de la valeur du patinage et d'une étape 39 d'attente d'interruption.
10

A la première passe du programme principal, la période
15 Doppler T et le patinage ont bien étendu une valeur nulle en raison de l'initialisation opérée à l'étape 31.

A l'étape 39, le programme principal est en attente
20 d'interruption pour passer au programme d'interruption illustré par la figure 4. Le programme d'interruption se sépare en trois branches :

- on passe dans la branche B1, lorsque l'interruption
25 IRQ vient du monostable 161, pour la remise à zéro de l'affichage ;
- on passe dans la branche B2 lorsque l'interruption
30 IRQ vient du compteur 162 : le microprocesseur lit alors la période Doppler T présente dans le compteur 162 et effectue un filtrage qui sera décrit ci-après ;
- on passe dans la branche B3 lorsque l'interruption
35 IRQ provient du circuit de temporisation 17 : il y a alors lecture du contenu du compteur 172, à savoir

- 10 -

$$PAT = 100 \frac{V_d}{V_r}$$

On supposera maintenant que l'on passe de l'étape 39 du programme principal à la branche B2 du programme d'interruption qui constitue une phase importante de la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention. Cette branche assure en effet le traitement du signal Doppler qui, au sortir du filtre passe-bande 8, n'est pas exploitable directement pour les raisons évoquées précédemment.

En effet, pour une vitesse d'avance stabilisée, le signal Doppler présente une modulation d'amplitude qui occasionne la perte du signal pendant un certain temps. Bien que le signal soit mis en forme, il est nécessaire de fixer un seuil de détection, afin de ne pas être sensible aux vibrations du véhicule. Le dispositif de mesure doit donc être capable de rejeter les informations erronées rencontrées par la mesure de période.

Par ailleurs, la fréquence recueillie n'étant pas fixe, elle non plus, il est nécessaire de filtrer la mesure de période Doppler effectuée. La répartition de cette fréquence dépend directement du diagramme de rayonnement de la cellule ultrasonore dont l'angle d'ouverture des cornets de directivité doit être choisi de manière appropriée.

La modulation de fréquence ainsi que la modulation d'amplitude du signal Doppler font donc que la mesure de période effectuée doit passer par un certain nombre de filtres.

La perte d'impulsions due à la modulation d'amplitude se traduit par une augmentation brutale de la période

mesurée. Le pic correspondant ne se traduit généralement que par une seule valeur erronée qu'il convient de supprimer.

- 5 C'est ainsi que, après la lecture de la période Doppler dans le compteur 162 (étape 40) et la réinitialisation de ce dernier (étape 41), on opère à l'étape 42 un filtrage médian sur trois valeurs qui se traduit par l'élimination des deux valeurs extrêmes d'une
10 série de trois valeurs prises consécutivement dans le temps.

- La modulation de fréquence se traduit par une incertitude sur la période mesurée et par une fluctuation
15 constante autour d'une valeur moyenne. Afin d'éliminer ce défaut, on effectue à l'étape 43 une moyenne exponentielle (filtrage numérique du premier ordre) :

$$T_{n+1} = \frac{t_{n+1}}{K} + \left(1 - \frac{1}{K}\right) T_n$$

20

où T_{n+1} est la nouvelle période Doppler calculée,
 t_{n+1} est la période Doppler issue du filtrage médian,
 T_n est l'ancienne période Doppler calculée,
 K est la constante de temps de ce filtre.

25

Avec une valeur pour K égale à 6, la valeur calculée est relativement stable et le retard entre la vitesse réelle et la vitesse mesurée pour un échelon autour de 10 km/h est inférieur à une seconde.

30

A l'issu de ces deux filtrages, on obtient une période Doppler à laquelle on doit faire subir une correction en température, afin d'en déduire la vitesse réelle V_d d'avancement du véhicule. Pour ce faire, l'étape 44

35

ramène au programme principal où, à l'étape 32, on lit la valeur de la température ambiante T_p sur le convertisseur analogique/numérique 18. A l'étape suivante 33, on effectue la correction en température conformément à l'expression :

$$T_{\text{corrigée}} = T_{n+1} \left(1 - \frac{T_p}{500}\right) \text{ dans laquelle}$$

- T_{n+1} est la période Doppler filtrée calculée à l'étape 43,

- T_p est la température ambiante.

Cette expression matérialise le fait que la vitesse de propagation des ultrasons varie de 1 % tous les 5 °C.

A l'étape 34, on recrée un signal de fréquence double du signal Doppler filtré et corrigé en température par commande du circuit de temporisation 17 comme indiqué précédemment.

On calcule ensuite à l'étape 35 la vitesse réelle d'avancement du véhicule par rapport au sol. Sachant que la fréquence Doppler est $f_d = 2 \frac{V_d}{C} f_e \sin \varnothing$ où

- V_d est la vitesse du véhicule mesurée par effet Doppler,

- C est la célérité du son,

- $\varnothing$ est l'angle d'inclinaison des cornets de directivité,

- f_e est la fréquence d'émission,

- 13 -

$$\text{on a : } V_d = \frac{f_d \times C}{2f_e \cdot \sin \phi}$$

$$\text{soit } V_d = \frac{C}{2 \cdot T_d \cdot f_e \cdot \sin \phi}$$

- 5 On affiche ensuite la vitesse calculée du véhicule V_d (étape 36), puis on calcule le patinage à l'étape suivante. La valeur PAT ayant été lue précédemment dans le compteur 172 lors d'une interruption générée par ce dernier, puis mémorisée, le microprocesseur 13
- 10 effectue simplement le calcul $100 - \text{PAT}$ (étape 37) puis affiche la valeur du patinage ainsi obtenue (étape 38).

- Le programme principal reste ensuite en phase d'attente jusqu'à l'apparition d'une nouvelle interruption
- 15 IRQ qui initialise le déroulement du programme d'interruption suivant l'une des branches B1, B2 ou B3.

- On constate que, par un traitement adéquat, il est
- 20 possible d'utiliser le signal Doppler malgré les fluctuations en amplitude et en fréquence qu'il présente.

- On notera d'autre part que, dans l'exemple décrit, le patinage n'est pas calculé par programme afin de ne
- 25 pas augmenter le temps de calcul : le circuit de temporisation programmable 17 est commandé par le microprocesseur 13 pour recréer une fréquence double de la fréquence Doppler filtrée et assure alors une comparaison entre la vitesse réelle du véhicule et la
- 30 vitesse des roues. De cette façon, les informations vitesse réelle et patinage sont aussi voisines que possible de la réalité pendant les états transitoires. Cependant, en variante, ce calcul peut être effectué directement par programme dans le microprocesseur sans
- 35 sortir du cadre de l'invention.

REVENDECATIONS

1. Procédé de mesure par effet Doppler de la vitesse d'avancement d'un véhicule par rapport au sol suivant lequel on émet vers le sol un signal de fréquence ultrasonique, on détecte le signal réfléchi du sol vers le véhicule, on engendre un signal produit du signal émis par le signal reçu et on filtre ledit signal produit pour en extraire la fréquence fondamentale constituant un signal Doppler représentatif de la vitesse d'avancement du véhicule par rapport au sol, caractérisé en ce qu'on effectue en outre successivement un filtrage médian et une moyenne exponentielle du signal Doppler.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage médian consiste à éliminer les deux valeurs extrêmes d'une série de trois valeurs du signal Doppler prises consécutivement dans le temps.
3. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la moyenne exponentielle consiste en un filtrage numérique du premier ordre de la forme : $T_{n+1} = \frac{t_{n+1}}{K} + (1 - \frac{1}{K}) T_n$ où
- T_{n+1} est la nouvelle période calculée du signal Doppler,
 - t_{n+1} est la période du signal Doppler issu du filtrage médian,
 - T_n est la période du signal Doppler calculée précédemment,
 - K est la constante de temps de filtrage.

4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on effectue en outre sur le signal Doppler filtré une correction en fonction de la température de l'air ambiant.

5

5. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que ladite correction en fonction de la température est de la forme :

$$T_{\text{corrigée}} = T_{n+1} \left(1 - \frac{T_p}{500}\right) \text{ où}$$

- T_p est la valeur de la température ambiante ;

- T_{n+1} est la période du signal Doppler filtré ;

15

- $T_{\text{corrigée}}$ est la valeur corrigée en fonction de la température de la période du signal Doppler filtré.

6. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant un générateur (163) de signal à fréquence ultrasonique connecté à des moyens (6, 4) d'émission d'un signal ultrasonique vers le sol, des moyens de réception (5) et d'amplification (7) du signal réfléchi du sol vers le véhicule, des moyens de détection (3) engendrant ledit signal produit du signal émis par le signal reçu, et des moyens de filtrage (8) pour extraire le signal Doppler dudit signal produit, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un capteur de température de l'air ambiant (11) connecté à un circuit logique de traitement (1) comportant un microprocesseur (13) assurant le filtrage médian, la moyenne exponentielle et la correction en température du signal Doppler.

35

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le circuit logique de traitement (1) comporte un premier circuit de temporisation (16) programmable comprenant un premier compteur (163) constituant ledit
5 générateur de signal à fréquence ultrasonique et un second compteur (162) recevant le signal à fréquence ultrasonique et le signal Doppler et dont le contenu, représentatif de la période (T) du signal Doppler, est lu par le microprocesseur (13) à chaque front descendant
10 du signal Doppler.
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le circuit logique de traitement (1) comprend un module (2) d'affichage de la vitesse d'avancement
15 du véhicule et le premier circuit de temporisation (16) comporte un troisième compteur (161) recevant le signal Doppler et le signal de fréquence ultrasonique et commandant la remise à zéro de l'affichage par le microprocesseur (13) lorsque la fréquence du signal Doppler
20 reste inférieure à une valeur donnée.
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (9, 10) de mesure de la vitesse (Vr) des roues du véhicule et un second circuit
25 de temporisation (17) pour la mesure du patinage des roues du véhicule comportant un premier compteur (173) commandé par le microprocesseur (13) pour engendrer un signal de fréquence multiple de la fréquence du signal Doppler filtré et corrigé en température, un deuxième
30 compteur (171) recevant le signal de vitesse roue (Vr) et générant un signal dont la fréquence est une fraction de celle du signal de vitesse roue (Vr), et un troisième compteur (162) recevant les signaux émis par les premier et second compteurs et dont le contenu (PAT)
35 lu périodiquement par le microprocesseur (13) est égal à une constante près au patinage des roues du véhicule.

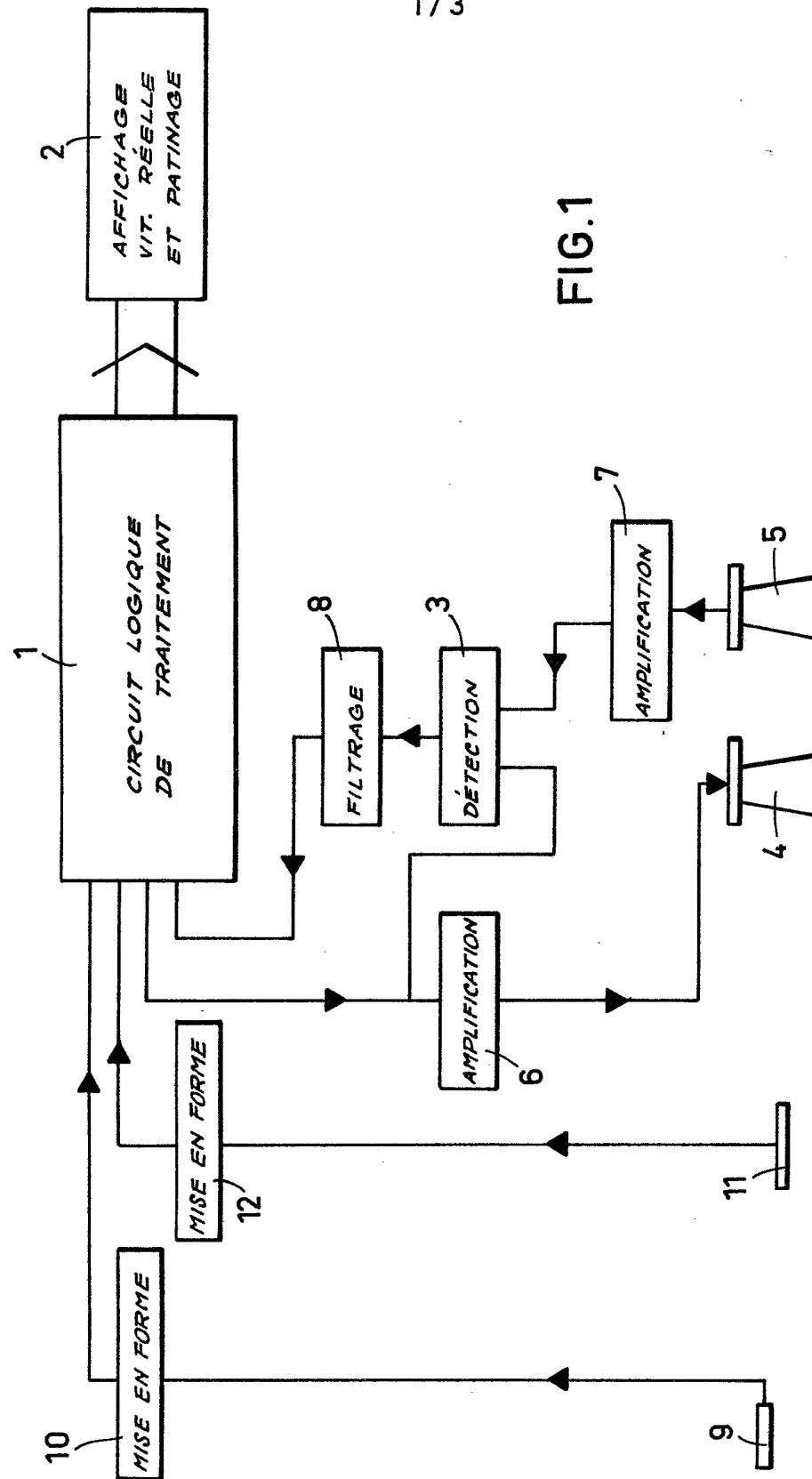
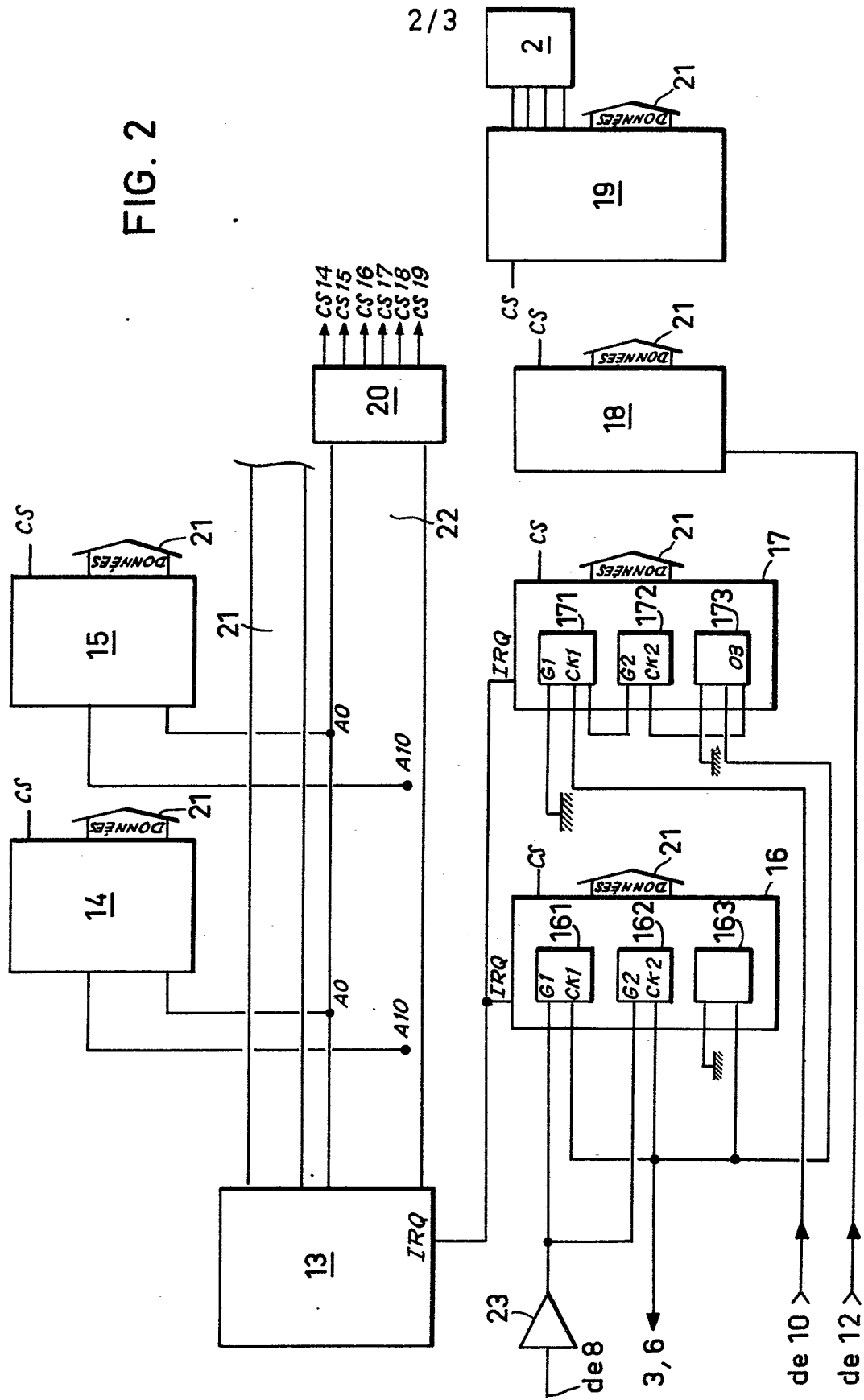


FIG. 2



3/3

FIG.3

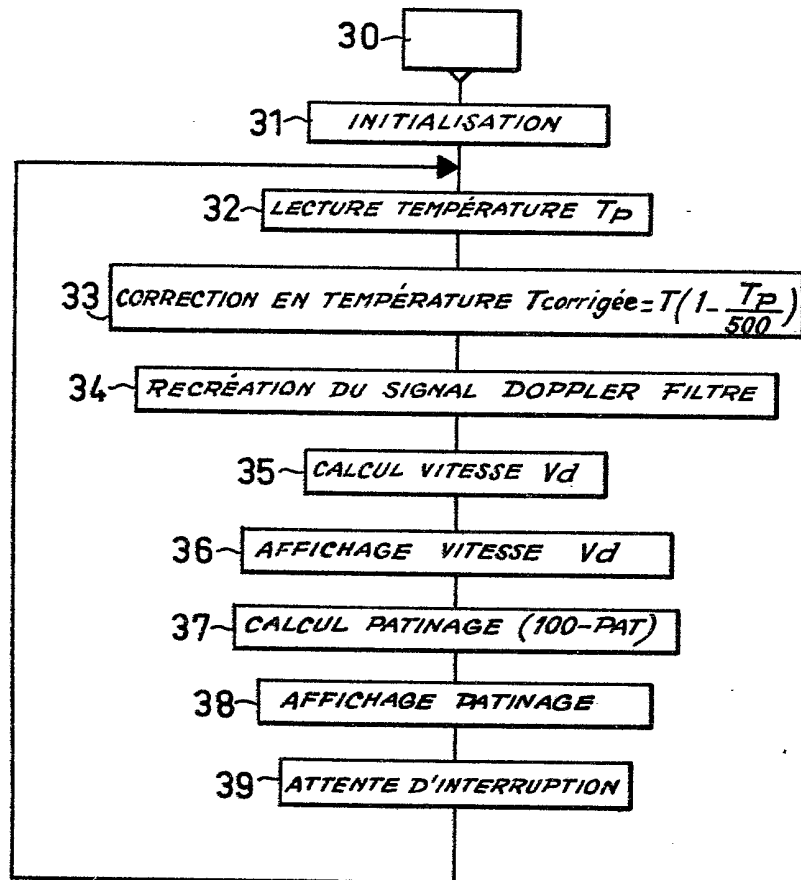


FIG.4

