

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

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

**3 090 868**

②① N° d'enregistrement national : **18 74119**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **G 01 L 13/00 (2019.01)**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ PROCÉDÉ ET SYSTÈME DE DÉTECTION D'UN MODE DE TRANSPORT AÉRIEN.

②② Date de dépôt : 24.12.18.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 26.06.20 Bulletin 20/26.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 21.01.22 Bulletin 22/03.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *COMMISSARIAT A L'ENERGIE  
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES  
Etablissement public — FR.*

⑦② Inventeur(s) : VASSILEV Andréa.

⑦③ Titulaire(s) : *COMMISSARIAT A L'ENERGIE  
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES  
Etablissement public.*

⑦④ Mandataire(s) : BREVALEX.

**FR 3 090 868 - B1**



## Description

### **Titre de l'invention : PROCÉDÉ ET SYSTÈME DE DÉTECTION D'UN MODE DE TRANSPORT AÉRIEN**

#### **Domaine technique**

[0001] La présente invention concerne le domaine des procédés et systèmes de classification d'un mode de transport et s'applique plus particulièrement à un dispositif portable de détection d'un mode de transport aérien.

#### **ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE**

[0002] La classification automatique du mode de transport a plusieurs applications comme par exemple l'estimation de l'empreinte carbone ou la planification ou gestion des moyens de transport.

[0003] Actuellement, il existe des méthodes qui cherchent à estimer différents modes de transport à partir d'un appareil mobile en utilisant un récepteur de type GPS. En effet, le récepteur GPS permet de calculer l'altitude et la vitesse du moyen de transport. La détection d'un mode de transport aérien peut alors être réalisée en testant l'altitude et la vitesse par rapport à des seuils prédéterminés.

[0004] Toutefois, ce genre de méthodes présente plusieurs inconvénients majeurs. Un premier inconvénient concerne le fait que le récepteur GPS repose sur une communication par ondes radio avec un ensemble de satellites. La qualité de cette communication dépend de la sensibilité du récepteur, de l'atténuation des ondes radio due à la carlingue, et de la position relative des satellites par rapport au récepteur. Ceci diminue l'efficacité de détection et tout particulièrement pour un récepteur mobile d'un voyageur dans un avion. Un autre inconvénient est le fait que le GPS est un gros consommateur d'énergie d'environ 150 mW, ce qui a pour conséquence de grever fortement l'autonomie de la batterie de l'appareil mobile en cas d'utilisation prolongée.

[0005] Il existe d'autres méthodes qui peuvent détecter certains modes de transport sans utiliser des récepteurs GPS. Une telle méthode est décrite dans le document de X. Xie et al. intitulé « Identifying status based on heterogeneous sensors » US8718672 B2, 2014. Cette méthode utilise des accéléromètres et/ou des baromètres pour détecter les modes de transport ou locomotion suivants : voiture, escalator, ascenseur, marche à pied et escalier. Ce document ne décrit aucune détection de mode avion.

[0006] Une autre méthode est décrite dans le document de K. Sankaran et al. Intitulé « Using Mobile Phone Barometer for Low-power Transportation Context Detection », Proceedings, 12<sup>th</sup> ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems, pp. 191 – 205, New York, USA, 2014. Cette méthode utilise un baromètre pour détecter les modes de transport en véhicules terrestres ou la marche à pied.

[0007] Ces méthodes ne réalisent qu'une classification des modes de transport spécifiques à des véhicules terrestres et ne sont pas adaptées pour des détections dans un avion. En particulier, la technique du deuxième document est basée sur la topographie de la route pour la détection d'un mode de transport en véhicule.

[0008] L'objet de la présente invention est de proposer un procédé et un système de de détection d'un mode de transport aérien remédiant aux inconvénients précités, en particulier en fournissant un dispositif portable capable de détecter un mode aéronef de manière précise, robuste et avec très peu de consommation d'énergie.

### **Exposé de l'invention**

[0009] La présente invention est définie par un système de détection d'un mode de transport aérien, comportant :

- un capteur barométrique configuré pour mesurer les valeurs de la pression atmosphérique, et

- une unité de traitement configurée pour acquérir lesdites valeurs de pression et pour identifier si le mode de transport est aérien, dit mode aéronef, en fonction desdites mesures de pression.

[0010] Ce système permet d'identifier automatiquement le mode aéronef de manière robuste en utilisant uniquement des mesures de pression et en consommant très peu d'énergie. En effet, le capteur barométrique est un capteur autonome et stable n'engendrant pas de fonctionnement aléatoire tout en étant un faible consommateur d'énergie (d'environ 1mW).

[0011] Avantageusement, l'unité de traitement comporte :

- un module d'acquisition configuré pour acquérir lesdites valeurs de pression à des instants successifs selon une fréquence d'échantillonnage prédéterminée,

- une mémoire tampon circulaire configurée pour mémoriser un nombre d'échantillons prédéterminé desdites valeurs de pression,

- un microprocesseur configuré pour calculer la variation de pression entre une valeur courante de pression mesurée à un instant courant et une valeur précédente de pression mesurée à un instant précédent, et pour identifier le mode aéronef en fonction de ladite variation de pression.

[0012] Ainsi, le système de détection met en œuvre très peu d'étapes de calcul et ne nécessite aucun signal extérieur.

[0013] Selon un premier aspect de la présente invention, le microprocesseur est configuré pour identifier que le mode de transport est un mode aéronef en phase de décollage si ladite variation de pression est inférieure à un premier seuil de pression et si la différence entre lesdits instants courant et précédent est inférieure à une première période temporelle prédéterminée, ledit instant précédent représentant l'instant de

début du vol.

- [0014] Selon un deuxième aspect de la présente invention, le microprocesseur est configuré pour identifier que le mode de transport est un mode aéronef en phase d'atterrissage si ladite variation de pression est supérieure à un deuxième seuil de pression et si la différence entre lesdits instants courant et précédent est inférieure à une deuxième période temporelle prédéterminée, ledit instant courant représentant l'instant de fin du vol.
- [0015] Avantagement, le microprocesseur est configuré pour estimer l'empreinte carbone en fonction de la durée du trajet en mode aéronef correspondant à la différence entre les instants des fin et début du vol.
- [0016] Ceci permet d'estimer l'empreinte carbone d'un utilisateur d'un aéronef de manière automatique, simple et robuste.
- [0017] Avantagement, le nombre d'échantillons prédéterminé de valeurs de pression stockés dans la mémoire tampon circulaire est supérieur à la fréquence d'échantillonnage prédéterminée multipliée par une période temporelle représentant le maximum entre les première et deuxième périodes temporelles prédéterminées.
- [0018] A titre d'exemple, la fréquence d'échantillonnage prédéterminée est de l'ordre de 1Hz, la première période temporelle prédéterminée est de l'ordre de 1000 secondes, la deuxième période temporelle prédéterminée est de l'ordre de 1500 secondes, le premier seuil de pression est de l'ordre de -150HPa, et le deuxième seuil de pression est de l'ordre de +150HPa.
- [0019] L'invention vise également un téléphone portable comportant le système de détection selon l'une quelconque des caractéristiques ci-dessus.
- [0020] L'application de détection peut être utilisée très efficacement dans un avion car aucun signal extérieur n'est nécessaire et, par conséquent, l'application n'est pas affectée par une atténuation des ondes radio due à la carlingue.
- [0021] L'invention vise aussi une puce électronique comportant le système selon l'une quelconque des caractéristiques ci-dessus.
- [0022] Ceci permet par exemple de suivre un colis et d'estimer son empreinte carbone.
- [0023] L'invention vise également un procédé de détection d'un mode de transport aérien, comportant les étapes suivantes :
- réaliser des mesures de la pression atmosphérique, et
  - acquérir lesdites valeurs de pression et identifier si le mode de transport est aérien, dit mode aéronef, en fonction desdites mesures de pression.

### **Breve description des dessins**

- [0024] [Fig.1] illustre de manière schématique un système de détection d'un mode de transport aérien, selon un mode de réalisation de l'invention ;

[0025] [Fig.2] est un graphe illustrant à titre d'exemple, la variation de pression lors d'un trajet d'un aéronef, selon l'invention ; et

[0026] [Fig.3] illustre de manière schématique les étapes de détection d'un mode de transport aérien en relation avec la [Fig.1], selon un mode de réalisation préféré de l'invention.

[0027] **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

[0028] Le principe à la base de l'invention est de proposer une technique de détection d'un mode de transport aérien dit mode aéronef, basée sur des mesures de pression.

[0029] La [Fig.1] illustre de manière schématique un système de détection d'un mode de transport aérien, selon un mode de réalisation de l'invention.

[0030] Ce système de détection 1 comporte un capteur barométrique 3 et une unité de traitement 5. Le capteur barométrique 3 est configuré pour mesurer les valeurs de la pression atmosphérique. L'unité de traitement 5 est configurée pour acquérir les valeurs de pression mesurées par le capteur barométrique 3. En outre, l'unité de traitement 5 est configurée pour mettre en œuvre le fait que la variation de pression est très rapide lors des phases de décollage et d'atterrissage d'un aéronef afin d'identifier si le mode de transport est un mode aéronef ou non en fonction des mesures de pression.

[0031] Plus particulièrement, l'unité de traitement comporte un module d'acquisition 7, une mémoire tampon circulaire 9, un microprocesseur 11 et une mémoire 13.

[0032] Le module d'acquisition 3 est configuré pour acquérir les valeurs de pression à des instants successifs selon une fréquence d'échantillonnage prédéterminée.

[0033] La mémoire tampon circulaire 9 est une structure de données utilisant une mémoire tampon de taille fixe et dont le début et la fin sont considérés comme connectés. La mémoire tampon circulaire 9 est alors configurée pour gérer les flux de données et pour mémoriser un nombre d'échantillons prédéterminé de valeurs de pression.

[0034] En outre, le microprocesseur 11 est configuré pour calculer la variation de pression entre une valeur courante de pression mesurée à un instant courant et une valeur précédente de pression mesurée à un instant précédent. Le microprocesseur 11 peut ainsi identifier si le mode de transport est un mode aéronef ou non en fonction de la variation de pression.

[0035] La [Fig.2] est un graphe illustrant à titre d'exemple, la variation de pression lors d'un trajet d'un aéronef, selon l'invention.

[0036] Ce graphe illustre la pression en fonction du temps et montre que les phases de montée et de descente sont les plus rapides sachant que la consigne de vitesse verticale est inférieure à 2,5 m/s en montée et inférieure à 1,5 m/s en descente. En outre, on sait que la carlingue de l'aéronef est pressurisée à environ 2000 à 2500 m d'altitude (i.e. environ 750 – 800 hPa). Ces caractéristiques sont exploitées par le microprocesseur 11

afin d'identifier le mode aéronef en fonction de la variation de pression.

- [0037] En effet, le microprocesseur 11 est configuré pour identifier que le mode de transport est un mode aéronef en phase de décollage si la variation de pression est inférieure à un premier seuil de pression et si la différence entre les instants courant et précédent est inférieure à une première période temporelle prédéterminée. Dans ce cas, l'instant précédent représente l'instant de début du vol.
- [0038] Par ailleurs, le microprocesseur 11 est configuré pour identifier que le mode de transport est un mode aéronef en phase d'atterrissage si la variation de pression est supérieure à un deuxième seuil de pression et si la différence entre les instants courant et précédent est inférieure à une deuxième période temporelle prédéterminée. Dans ce cas, l'instant courant représente l'instant de fin du vol.
- [0039] Ces instants de début du vol et de fin du vol permettent d'estimer l'empreinte carbone. En effet, le microprocesseur 11 est configuré pour déterminer la durée  $D$  du trajet en mode aéronef en calculant la différence entre l'instant  $t_f$  de fin du vol et l'instant de début  $t_d$  du vol (i.e.  $D = t_f - t_d$ ). Ensuite, le microprocesseur 11 estime l'empreinte carbone en fonction de la durée  $D$  du trajet en mode aéronef.
- [0040] En effet, le bilan carbone  $B$  d'un passager dans un aéronef dépend de la vitesse  $v$  de l'aéronef, la durée  $D$  du trajet et de l'émission  $E$  de  $CO_2$  par passager par Km selon la formule suivante :  $B = E * v * D$ .
- [0041] Typiquement, la vitesse moyenne d'un avion  $v = 900$  km/h et l'émission de  $CO_2$  par passager par Km est  $E = 0,285$  kg. Par exemple, pour un vol qui dure 1h30, le bilan carbone d'un passager est  $B = 0,285 * 900 * 1,5 = 385$  kg de  $CO_2$ .
- [0042] La [Fig.3] illustre de manière schématique les étapes de détection d'un mode de transport aérien en relation avec la [Fig.1], selon un mode de réalisation préféré de l'invention.
- [0043] L'étape E1 est une étape d'initialisation comportant les paramètres utilisés pour la détection du mode aéronef. On définit d'abord une machine d'état  $e$  comportant les trois états suivants : état inconnu  $e = 0$  ; mode non aéronef  $e = 1$  ; et mode aéronef  $e = 2$ . Les paramètres de détection comportent en outre les paramètres suivants : première période temporelle prédéterminée  $\Delta t_1$  ; deuxième période temporelle prédéterminée  $\Delta t_2$  ; premier seuil de pression  $\Delta P_1$  ; deuxième seuil de pression  $\Delta P_2$  ; et fréquence d'échantillonnage  $f$  prédéterminée.
- [0044] A titre d'exemple, la fréquence d'échantillonnage  $f$  prédéterminée est de l'ordre de 1Hz, la première période temporelle prédéterminée  $\Delta t_1$  est de l'ordre de 1000 secondes, la deuxième période temporelle prédéterminée  $\Delta t_2$  est de l'ordre de 1500 secondes, le premier seuil de pression  $\Delta P_1$  est de l'ordre de -150HPa, et le deuxième seuil de pression  $\Delta P_2$  est de l'ordre de +150HPa.
- [0045] L'étape E2 est le démarrage où la machine d'état est considérée comme étant dans un

état inconnu  $e=0$ .

[0046] A l'étape E3, le capteur barométrique 3 mesure à chaque instant courant  $t$  la valeur courante de la pression  $P(t)$ . Les valeurs de pression sont acquises par le module d'acquisition 7 à des instants successifs selon la fréquence d'échantillonnage prédéterminée qui est selon cet exemple de l'ordre de 1Hz.

[0047] A l'étape E4, chaque nouvelle valeur de pression  $P(t)$  est mémorisée dans la mémoire tampon circulaire 9. La capacité de cette mémoire est sélectionnée suffisamment grande pour pouvoir contenir un nombre  $N$  d'échantillons prédéterminé. Ce nombre d'échantillons pouvant être stockés dans la mémoire 9 est supérieur à la fréquence d'échantillonnage  $f$  multipliée par une période temporelle représentant le maximum entre les première  $\Delta t_1$  et deuxième  $\Delta t_2$  périodes temporelles prédéterminées, selon la formule suivante:

[0048] [Math.1]

$$N > \max (\Delta t_1, \Delta t_2) * f$$

[0049] Selon l'exemple des valeurs sélectionnées à l'étape E1, le nombre d'échantillons est de l'ordre de 1500. On notera que lorsque la mémoire tampon circulaire 9 est remplie, la nouvelle valeur de pression  $P(t)$  est stockée en chassant la plus ancienne valeur.

[0050] A l'étape E5, le microprocesseur 11 est configuré pour calculer la variation de pression  $\Delta P$  entre la valeur courante de pression  $P(t)$  mesurée à l'instant courant  $t$  et une valeur précédente de pression mesurée à un instant précédent afin de vérifier si la pression reste constante, diminue, ou augmente. Si la variation de pression  $\Delta P$  est nulle ( $\Delta P=0$ , i.e. pression est constante), alors on boucle à l'étape E3 pour recommencer les étapes précédentes. Si la variation de pression est négative ( $\Delta P < 0$ , i.e. une baisse de pression), alors on va à l'étape E6. Sinon, c'est-à-dire, si la variation de pression est positive ( $\Delta P > 0$ , i.e. une hausse de pression), alors on va à l'étape E8.

[0051] L'étape E6 concerne le cas où la pression baisse ( $\Delta P < 0$ ). Alors, à cette étape, le microprocesseur 11 est configuré pour vérifier si la baisse de pression est inférieure au premier seuil de pression  $\Delta P_1$  « et » (ici le « et » est une conjonction correspondant à l'opérateur combinatoire ET) si la différence  $\Delta t$  entre les instants courant et précédent est inférieure à la première période temporelle  $\Delta t_1$ . Si oui (i.e. si  $\Delta P < \Delta P_1$  ET  $\Delta t < \Delta t_1$ ) alors, on va à l'étape E7 et sinon, on reboucle à l'étape E3.

[0052] A l'étape E7, étant donné que  $\Delta P < \Delta P_1$  ET  $\Delta t < \Delta t_1$ , le microprocesseur 11 identifie que le mode de transport est un mode aéronef en phase de décollage. On considère alors que l'on vient de décoller et que l'on se trouve dans un aéronef. Dans ce cas, la machine d'état passe au mode aéronef (i.e.  $e=2$ ) et l'instant précédent qui représente l'instant  $t_d$  de début du vol est enregistré dans la mémoire 13 de l'unité de traitement 5 et ensuite, on va à l'étape E10.

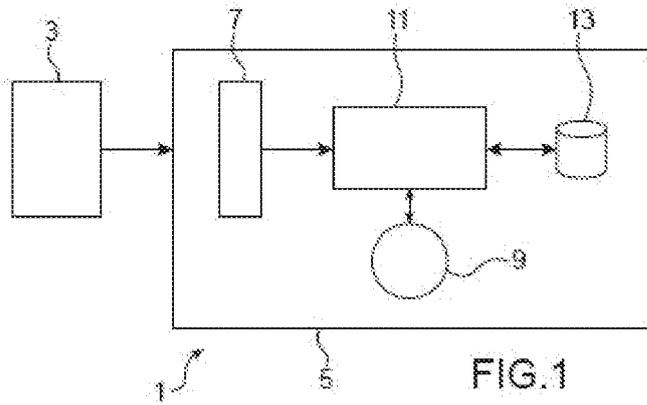
- [0053] L'étape E8 concerne le cas où la pression augmente ( $\Delta P > 0$ ). Alors, à cette étape, le microprocesseur 11 est configuré pour vérifier si l'augmentation de pression est supérieure au deuxième seuil de pression  $\Delta P_2$  « et » si la différence  $\Delta t$  entre les instants courant et précédent est inférieure à la deuxième période temporelle  $\Delta t_2$ . Si oui (i.e. si  $\Delta P > \Delta P_2$  ET  $\Delta t < \Delta t_2$ ) alors, on va à l'étape E9 et sinon, on reboucle à l'étape E3.
- [0054] A l'étape E9, étant donné que  $\Delta P > \Delta P_2$  ET  $\Delta t < \Delta t_2$ , le microprocesseur 11 identifie que le mode de transport est un mode aéronef en phase d'atterrissage. Donc on considère que l'on vient d'atterrir et que l'on ne se trouve plus en vol. Dans ce cas, la machine d'état passe au mode non aéronef (i.e.  $e=1$ ) et l'instant courant qui représente l'instant  $t_f$  de fin du vol est enregistré dans la mémoire 13 et ensuite, on va à l'étape E10.
- [0055] A l'étape E10, le microprocesseur est configuré pour déterminer la durée  $D$  du trajet en mode aéronef en calculant la différence entre l'instant  $t_f$  de fin du vol et l'instant de début  $t_d$  du vol (i.e.  $D = t_f - t_d$ ).
- [0056] A l'étape E10, le microprocesseur est configuré pour estimer l'empreinte carbone ( $\text{CO}_2$ ) en fonction de la durée  $D$  du trajet en mode aéronef.
- [0057] Avantageusement, le système 1 de détection selon l'invention est intégré dans un téléphone portable permettant par exemple à son utilisateur d'estimer son bilan carbone.
- [0058] Par ailleurs, le système de détection 1 selon l'invention est intégré dans une puce électronique qui peut par exemple être associée à une étiquette pour suivre un colis.

## Revendications

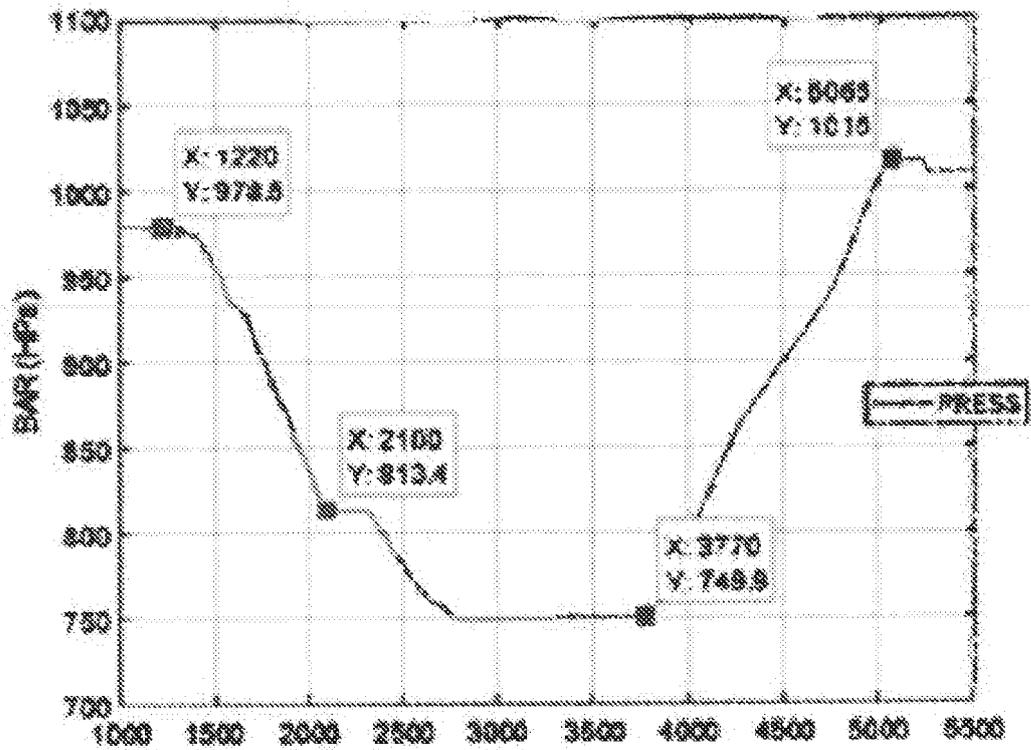
- [Revendication 1] Système de détection d'un mode de transport aérien, caractérisé en ce qu'il comporte :
- un capteur barométrique (3) configuré pour mesurer les valeurs de la pression atmosphérique, et
  - une unité de traitement (5) configurée pour acquérir lesdites valeurs de pression et pour identifier si le mode de transport est aérien, dit mode aéronef, en fonction desdites mesures de pression, l'unité de traitement (5) comportant :
    - un module d'acquisition (7) configuré pour acquérir lesdites valeurs de pression à des instants successifs selon une fréquence d'échantillonnage prédéterminée,
    - une mémoire tampon circulaire (9) configurée pour mémoriser un nombre d'échantillons prédéterminé desdites valeurs de pression,
    - un microprocesseur (11) configuré pour calculer la variation de pression entre une valeur courante de pression mesurée à un instant courant et une valeur précédente de pression mesurée à un instant précédent, et pour identifier le mode aéronef en fonction de ladite variation de pression.
- [Revendication 2] Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le microprocesseur (11) est configuré pour identifier que le mode de transport est un mode aéronef en phase de décollage si ladite variation de pression est inférieure à un premier seuil de pression et si la différence entre lesdits instants courant et précédent est inférieure à une première période temporelle prédéterminée, ledit instant précédent représentant l'instant de début du vol.
- [Revendication 3] Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le microprocesseur (11) est configuré pour identifier que le mode de transport est un mode aéronef en phase d'atterrissage si ladite variation de pression est supérieure à un deuxième seuil de pression et si la différence entre lesdits instants courant et précédent est inférieure à une deuxième période temporelle prédéterminée, ledit instant courant représentant l'instant de fin du vol.
- [Revendication 4] Système selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le microprocesseur (11) est configuré pour estimer l'empreinte carbone par passager en fonction de la durée du trajet en mode aéronef correspondant à la différence entre les instants des fin et début du vol.

- [Revendication 5] Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le nombre d'échantillons prédéterminé de valeurs de pression stockés dans la mémoire tampon circulaire est supérieur à la fréquence d'échantillonnage prédéterminée multipliée par une période temporelle représentant le maximum entre les première et deuxième périodes temporelles prédéterminées.
- [Revendication 6] Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la fréquence d'échantillonnage prédéterminée est d'environ 1Hz, la première période temporelle prédéterminée est de 1000 secondes, la deuxième période temporelle prédéterminée est d'environ 1500 secondes, le premier seuil de pression est d'environ de -150HPa, et le deuxième seuil de pression est d'environ de +150HPa.
- [Revendication 7] Téléphone portable comportant le système selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 8] Puce électronique comportant le système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.
- [Revendication 9] Procédé de détection d'un mode de transport aérien mis en œuvre par le système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes:
- réaliser des mesures de la pression atmosphérique, et
  - acquérir lesdites valeurs de pression et identifier si le mode de transport est aérien, dit mode aéronef, en fonction desdites mesures de pression.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

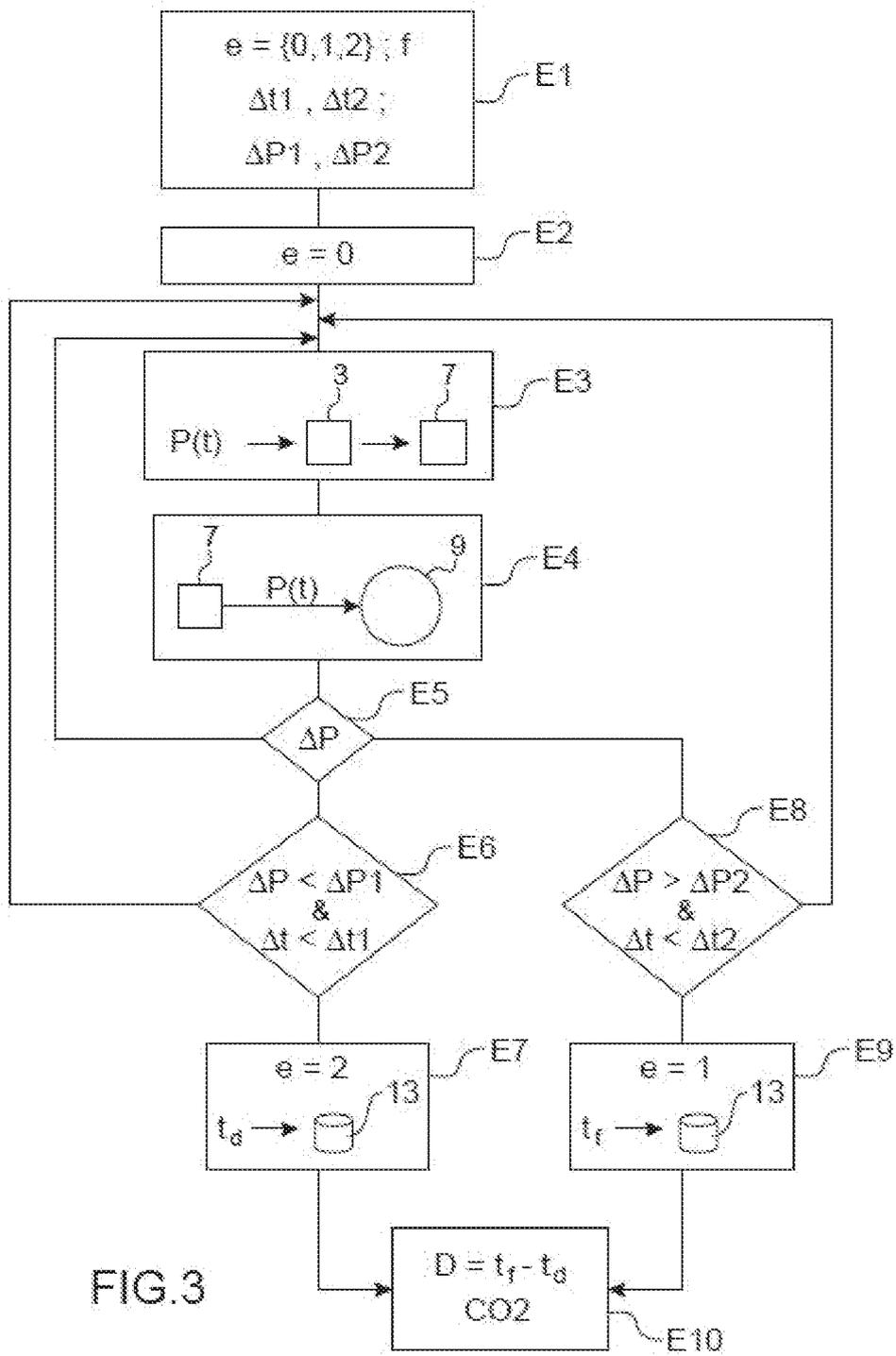


FIG.3

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2017/104864 A1 (TANABE SHIGEKI [JP] ET  
AL) 13 avril 2017 (2017-04-13)

US 2014/031082 A1 (ZISHAAN FAIZ [GB])  
30 janvier 2014 (2014-01-30)

US 2010/248662 A1 (SHEYNBLAT LEONID [US]  
ET AL) 30 septembre 2010 (2010-09-30)

US 2014/308940 A1 (KWON WOO-UP [KR])  
16 octobre 2014 (2014-10-16)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT