

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

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

**3 065 567**

②1 N° d'enregistrement national : **17 53524**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **G 08 G 5/04 (2017.01), G 01 C 21/00, G 05 D 1/00**

①2

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤4 PROCÉDE DE TRANSMISSION DE PARAMETRES DE VOL D'UN AERONEF MENEUR VERS UN AERONEF INTRUS.

②2 Date de dépôt : 24.04.17.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 26.10.18 Bulletin 18/43.

④5 Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 16.04.21 Bulletin 21/15.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : AIRBUS OPERATIONS (S.A.S.)  
Société par actions simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : ROBIN JEAN-LUC.

⑦3 Titulaire(s) : AIRBUS OPERATIONS (S.A.S.)  
Société par actions simplifiée.

⑦4 Mandataire(s) : AIRBUS OPERATIONS SAS  
Société anonyme.

**FR 3 065 567 - B1**



## PROCEDE DE TRANSMISSION DE PARAMETRES DE VOL D'UN AERONEF MENEUR VERS UN AERONEF INTRUS

La présente invention concerne un procédé de transmission de paramètres de vol d'un aéronef, dit aéronef meneur, vers au moins un autre aéronef, dit aéronef intrus, afin que ledit/ledits aéronefs intrus puissent calculer précisément les positions des centres et/ou la force de circulation des tourbillons de sillage générés par l'aéronef meneur.

Un aéronef en vol génère dans son sillage deux tourbillons de sillage (wake vortex en terminologie anglo-saxonne). A partir des ailes, les tourbillons tendent d'abord à se rapprocher l'un de l'autre, puis à maintenir une distance plus ou moins constante entre eux tout en perdant de l'altitude par rapport à l'altitude à laquelle ils ont été générés.

De manière connue, la position des centres ainsi que la force de circulations des tourbillons générés par un aéronef peuvent être calculées à partir de paramètres de vol de l'aéronef tels que la masse, l'altitude, l'angle de roulis, la configuration aérodynamique, l'envergure, la densité de l'air au point de vol, la vitesse, etc...

Il est intéressant pour un aéronef, dit intrus, de pouvoir calculer les positions des centres des tourbillons de sillage générés par un aéronef meneur, afin :

- de voler en formation derrière l'aéronef meneur en profitant au maximum des vents ascendants des tourbillons afin de réduire sa consommation de carburant ; ou
- d'éviter de subir des turbulences induites par les tourbillons.

Le calcul de la force de circulation d'un tourbillon de sillage généré par un aéronef meneur permet en outre à un aéronef suiveur de connaître la répartition de la force des vents ascendants par rapport au centre d'un tourbillon de sillage et donc permet à l'aéronef intrus de se placer de sorte à profiter efficacement dudit tourbillon.

A cet effet, l'invention concerne un procédé de transmission de paramètres de vol d'un aéronef meneur vers au moins un aéronef intrus, chaque aéronef comprenant :

- un système d'évitement de collision configuré pour détecter des probabilités de collisions avec d'autres aéronefs volant dans un volume de surveillance réparti autour de l'aéronef, ledit système comprenant un interrogateur, et un transpondeur connecté à une antenne ;

- un système de gestion de vol collectant les paramètres de vol de l'aéronef, le système d'évitement de collision étant connecté au système de gestion de vol ;

le procédé comprenant les étapes successives suivantes :

- d'interrogation, dans laquelle l'interrogateur de l'aéronef intrus émet un signal d'interrogation comprenant une demande d'au moins un paramètre de vol;

5 - réception, dans laquelle le transpondeur de l'aéronef meneur reçoit, via l'antenne, le signal d'interrogation émis par l'interrogateur de l'aéronef intrus ;

- de détermination, dans laquelle le transpondeur de l'aéronef meneur:

- dans une sous-étape d'analyse, analyse le spectre du signal d'interrogation reçu et détermine la puissance dudit signal;
- 10 • dans une sous-étape de comparaison, compare la puissance du signal d'interrogation reçu à une puissance seuil ; et
- dans une sous-étape de surveillance et de détermination, détermine que l'aéronef intrus est éligible à recevoir le au moins un paramètre de vol demandé si la puissance du signal d'interrogation est supérieure ou égale
- 15 à la puissance seuil, et détermine que l'aéronef intrus n'est pas éligible à recevoir le au moins un paramètre de vol sinon.

- transmission dans laquelle le transpondeur de l'aéronef meneur envoie un signal réponse à l'interrogateur d'un aéronef intrus éligible en réponse au signal d'interrogation, le signal réponse contenant le au moins un paramètre de vol de l'aéronef meneur demandé par l'aéronef intrus lors de l'étape d'interrogation, un aéronef intrus non éligible ne recevant au contraire aucun paramètre de vol de l'aéronef meneur en réponse à sa demande.

25 L'un des avantages de l'invention est de limiter l'envoi de paramètres de vol de l'aéronef meneur à des aéronefs intrus (éligibles) se trouvant en deçà d'une certaine distance de l'aéronef meneur, cette distance étant liée à la puissance du signal d'interrogation que les aéronefs intrus émettent. Il est ainsi possible de transmettre un paramètre de vol de l'aéronef meneur à un aéronef intrus sans dépasser la capacité de

30 la bande passante de la communication automatisée puisque seul un nombre restreint d'aéronefs est éligible à recevoir des paramètres de vol de l'aéronef meneur.

En variante, l'étape de détermination comprend une sous-étape de vérification, mise en œuvre avant la sous-étape de surveillance et de détermination, dans laquelle le transpondeur de l'aéronef meneur compare l'altitude de l'aéronef meneur à une altitude seuil ; et dans la sous-étape de surveillance et de détermination, le transpondeur de l'aéronef meneur détermine que l'aéronef intrus est éligible à recevoir le au moins un paramètre de vol demandé si la puissance du signal d'interrogation est supérieure ou égale à la puissance seuil et si l'altitude de l'aéronef meneur est supérieure ou égale à l'altitude seuil, et que l'aéronef intrus n'est pas éligible sinon .

10           Avantageusement, l'interrogateur d'un aéronef intrus non éligible reçoit du transpondeur de l'aéronef meneur un signal réponse au signal d'interrogation, le signal réponse contenant une indication selon laquelle la demande de l'aéronef intrus à obtenir au moins un paramètre de vol est refusée.

15           Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'exemples de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les figures jointes:

20           - la figure 1 est une représentation schématique d'un aéronef selon l'invention comprenant une pluralité de systèmes embarqués permettant la mise en œuvre d'un procédé de transmission de paramètres de vol selon l'invention, dont un système d'évitement de collision et un système de gestion de vol ;

25           - la figure 2 est une représentation schématique d'un détail des connexions entre le système de gestion et le système d'évitement de collision selon un mode de réalisation de l'invention, le système d'évitement de collision comprenant un transpondeur;

          - la figure 3 est une représentation schématique sous forme de blocs logiques du transpondeur de la figure 2 selon un mode de réalisation de l'invention ;

30           - la figure 4 est une représentation schématique d'une formation de deux aéronefs tels qu'illustrés à la figure 1, dont un aéronef meneur générant des tourbillons de sillage et un aéronef intrus volant en formation dans le sillage de l'aéronef meneur ;

          - la figure 5 est une vue similaire à la figure 4 dans laquelle l'aéronef intrus croise le sillage de l'aéronef meneur ;

35           - la figure 6 est une vue schématique des étapes du procédé de transmission de paramètres de vol entre un aéronef meneur et un aéronef intrus dans le cas de la figure 4 ou de la figure 5, selon un mode de réalisation l'invention ;

- la figure 7 est une représentation schématique sous forme de blocs logiques du transpondeur de la figure 2 selon un autre mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 8 est une vue similaire à la figure 6 représentant les étapes d'un procédé de transmission de paramètres de vol selon un mode de réalisation de l'invention entre un aéronef meneur et un aéronef intrus dans le cas de la figure 4 ou de la figure 5.

En relation avec la figure 1, un aéronef L, I comprend deux ailes 1L, 2L, et une pluralité de systèmes embarqués dans son fuselage 11L, 11I, dont un système de gestion de vol 4L, 4I de type FMS (flight management system : système de gestion de vol) et un système d'évitement de collision 5L, 5I connecté au système de gestion de vol 4L, 4I.

Le système de gestion de vol 4L, 4I compile des paramètres de vol de l'aéronef, à savoir: masse, altitude, angle de roulis, configuration aérodynamique, envergure, densité de l'air au point de vol, vitesse. Le système d'évitement de collision 5L, 5I est connecté au système de gestion de vol 4L, 4I duquel il reçoit les paramètres de vol de l'aéronef.

De manière connue, le système d'évitement de collision 5L, 5I avertit l'équipage de l'aéronef de probabilités de collisions avec d'autres aéronefs volant dans un volume de surveillance réparti autour (sur 360°) de l'aéronef et dont les dimensions sont dépendantes de la vitesse de l'aéronef L, I.

En référence avec la figure 2, le système d'évitement de collision est un dispositif actif de type TCAS (« Traffic Collision Avoidance System ») et comprend à ce titre :

- un interrogateur 6L, 6I, de type unité centrale, connecté à au moins une antenne directionnelle 7L, 7I, dite antenne d'interrogateur, montée sur l'aéronef ;

- un transpondeur 8L, 8I (ou XPDR en terminologie aéronautique), de type unité centrale, connecté à au moins une antenne 9L, 9I, par exemple omnidirectionnelle, dite antenne de transpondeur, montée sur l'aéronef.

Dans l'ensemble de la description, par unité centrale, on entend un dispositif comprenant au moins un processeur comprenant des circuits booléens ou logiques (portes logiques, comparateur), et des mémoires. Le processeur exécute des instructions contenues dans les mémoires de l'unité centrale.

Dans le principe de fonctionnement des dispositifs actifs de type TCAS, l'interrogateur 6I d'un aéronef I émet à une fréquence fixe de 1030 MHz et à intervalle réguliers (par exemple toutes les secondes) des signaux d'interrogations.

Le transpondeur 8L d'un autre aéronef L recevant un signal d'interrogation répond en transmettant un signal réponse à l'aéronef I émettant le signal d'interrogation. Le signal réponse contient les identifiants de l'aéronef meneur L et permet au système de gestion de vol 4I de l'aéronef intrus d'estimer, après analyse dudit signal, un temps de collision et de prendre des mesures pour éliminer tout risque de collision.

10

Le procédé selon l'invention va être explicité en relation avec les figures 3 à 6. On considère un aéronef L, dit aéronef meneur, générant au niveau de chacune de ses deux ailes 1L, 2L un tourbillon de sillage 14L, 15L (respectivement bâbord – tribord) et une pluralité d'aéronef intrus I volant dans le volume de surveillance de l'aéronef meneur L.

15

Un seul aéronef intrus I est représenté sur les figures 4 et 5 : un aéronef intrus I volant en formation derrière l'aéronef meneur L à la figure 4, ou, à la figure 5, un aéronef intrus I croisant le sillage de l'aéronef meneur L avec un cap sensiblement perpendiculaire à celui de l'aéronef meneur L.

20

Chacun des aéronefs meneur L ou intrus I est équipé tel que décrit plus haut. Les références sur les figures portent le suffixe L pour l'aéronef meneur, ou I pour l'aéronef intrus.

25

- dans une étape d'interrogation E1, l'interrogateur 6I de l'aéronef intrus émet périodiquement (par exemple toutes les 10 secondes, ou toutes les 30 secondes) via l'antenne d'interrogateur 7I, un signal d'interrogation, sur 1030 MHz par exemple, dans chacun des quatre segments d'azimut de 90°. Le signal d'interrogation émis contient l'adresse de l'aéronef intrus I et une demande d'au moins un paramètre de vol (demande formulée par le système de gestion de vol 4I);

30

- dans une étape de réception E2, le transpondeur 8L de l'aéronef meneur L, volant dans le volume de surveillance de l'aéronef intrus, reçoit le signal d'interrogation de l'aéronef intrus I via son antenne 9L ;

35

- dans une étape de détermination E3, le transpondeur 8L détermine si l'aéronef intrus I est éligible à recevoir un paramètre de vol de l'aéronef meneur L :

- 5

  - dans une sous-étape d'analyse E3a, le processeur 30 du transpondeur 8L, met en œuvre un programme d'analyse de spectre de signal 31 enregistré dans les mémoires (non représentés) du transpondeur afin d'analyser le spectre du signal d'interrogation reçu de l'aéronef intrus I et de déterminer la puissance (à la fréquence d'émission de l'interrogateur 6I de l'aéronef intrus I) dudit signal;
- 10

  - dans une sous-étape de comparaison E3b, le transpondeur 8L de l'aéronef meneur compare, via un comparateur 32 du transpondeur 8L, la puissance du signal déterminée à la sous-étape précédente à une puissance seuil. Le signal de sortie du comparateur 32 passe d'un premier état à second état (par exemple, passe de l'état 0 à l'état 1) lorsque la puissance du signal d'interrogation reçu par l'aéronef meneur L est supérieure ou égale à la puissance seuil, et reste dans le premier état sinon ;
- 15

  - dans une sous-étape de surveillance et de détermination E3c, le transpondeur 8L surveille le passage au second état du signal de sortie du comparateur 32 et détermine si l'aéronef intrus I est éligible ou non à recevoir le au moins un paramètre de vol demandé à l'étape d'interrogation E1 :
    - 20

      - l'aéronef intrus I est éligible si le transpondeur 8L a détecté un passage au second état du signal de sortie du comparateur 32 (puissance du signal d'interrogation supérieure ou égale à la puissance seuil) ;
      - 25

        - l'aéronef intrus I n'est pas éligible si le transpondeur 8L n'a pas détecté un passage au second état du signal de sortie du comparateur 32 (puissance du signal d'interrogation inférieure à la puissance seuil) ;

30

Puisque la puissance du signal d'interrogation reçu par le transpondeur 8L est directement liée à sa distance de propagation ( la puissance d'un signal diminue avec sa distance de propagation), le principe mis en œuvre derrière l'étape de détermination E3 revient à déterminer la distance de l'aéronef intrus I à l'aéronef meneur L et à comparer cette dernière à une portée prédéterminée C, puis de déterminer que l'aéronef intrus I est éligible à recevoir le au moins un paramètre de vol demandé si il se trouve à une distance inférieure ou égale à la portée prédéterminée C, ou que

35

l'aéronef intrus n'est pas éligible sinon. En prenant l'exemple d'une puissance seuil de -62 dBm, la portée prédéterminée C est d'environ  $3\text{nm} = 5,55\text{ km}$ .

5           - dans un étape de transmission E4, le transpondeur 8L de l'aéronef meneur L envoie, via l'antenne de transpondeur 9L, un signal réponse à l'interrogateur de l'aéronef intrus I éligible, sur 1090 MHz par exemple, en réponse au signal d'interrogation de l'aéronef intrus I. Le signal réponse consiste en une série d'impulsions qui contiennent des identifiants de l'aéronef meneur L et le au moins un  
10 paramètre de vol de l'aéronef meneur L demandé par l'aéronef intrus I à l'étape d'interrogation E1.

En revanche, si l'aéronef intrus n'est pas éligible, le transpondeur 8L de l'aéronef meneur L ne transmet aucun paramètre de vol de l'aéronef meneur L en réponse à la demande de l'aéronef intrus I. Par exemple, le transpondeur 8L n'envoie  
15 pas de signal réponse au signal d'interrogation d'un aéronef intrus I non éligible.

- dans une étape de réception E5, l'aéronef intrus I éligible reçoit le signal réponse qui est traité par l'interrogateur 6I. Par la connaissance du ou des paramètres de vol de l'aéronef meneur L, le système de gestion de vol 4I de l'aéronef intrus est  
20 capable de calculer la position de centre de tourbillons de sillage 14L, 15L générés par l'aéronef meneur L et/ou la force de circulation desdits tourbillons.

La position des centres des tourbillons est obtenue par le calcul de la vitesse de descente  $W_v$  desdits tourbillons qui est, par exemple, calculée avec la relation suivante :

25

$$W_v = \frac{m \cdot g \cdot n_x}{2 \cdot \pi \cdot \rho \cdot V \cdot b_v^2}$$

La force de circulation  $\Gamma$  est, par exemple, calculée avec la relation suivante :

30

$$\Gamma = \frac{m \cdot g \cdot n_x}{\rho \cdot V \cdot b_v}$$

où

35

m la masse de l'aéronef générant les tourbillons (kg)



g l'accélération de la pesanteur ( $9.81\text{m/s}^2$ )

$\rho$  la densité de l'air au point de vol ( $\text{kg.m}^{-3}$ )

V la vitesse de l'aéronef générant les tourbillons ( $\text{m.s}^{-1}$ )

5 bv l'espacement entre les 2 vortex (m) = envergure de l'aéronef générant les tourbillons

nz le facteur de charge subi par l'aéronef (g).

$\phi$  l'angle de roulis de l'aéronef générant les tourbillons (deg)

10 La masse est le seul paramètre de vol qui ne peut pas être estimé et dont la connaissance est nécessaire pour que le système de gestion de vol 4I de l'aéronef intrus I puisse calculer des données relatives aux tourbillons de sillage de l'aéronef meneur 14L, 15L via, par exemple, les formules mentionnées ci-dessus. Par conséquent, pour calculer des données relatives aux tourbillons de sillage de l'aéronef meneur 14L, 15L, le signal d'interrogation de l'aéronef intrus I, émis à l'étape  
15 d'interrogation E1, contient au minimum la demande de la masse.

20 Les autres paramètres de vol de l'aéronef meneur L, comme la vitesse, peuvent quant à eux être obtenus par l'analyse des signaux d'interrogation/réponse échangés durant la communication de données entre les systèmes d'évitement de collision de type TCAS 5L, 5I de l'aéronef meneur L et de l'aéronef intrus I, être estimés (cas de l'envergure ou le facteur de charge) ou peuvent être mesurés par des capteurs de l'aéronef intrus I (cas de l'accélération de la pesanteur, la densité de l'air au point de vol, l'angle de roulis).

25 La suite d'étapes décrite ci-dessus est recommencée à chaque nouvelle réception d'un signal d'interrogation par le transpondeur 8L de l'aéronef meneur L.

30 L'un des avantages de l'invention est de limiter l'envoi de paramètres de vol de l'aéronef meneur L à des aéronefs intrus I se trouvant en deçà de la portée prédéterminée C (figures 4 et 5) de l'aéronef meneur L. Il est ainsi possible de transmettre un paramètre de vol de l'aéronef meneur L à un aéronef intrus éligible sans dépasser la capacité de la bande passante de la communication automatisée puisque seul un nombre restreint d'aéronefs est éligible à recevoir un paramètre de vol  
35 de l'aéronef meneur L.

Avantageusement, à l'étape de transmission E4, lorsque l'aéronef intrus I n'est pas éligible, le transpondeur 8L de l'aéronef meneur envoie un signal réponse au signal d'interrogation de l'aéronef intrus I, ce signal réponse contient une indication selon laquelle la demande de l'aéronef intrus I à obtenir au moins un paramètre de vol est refusée.

Dans une variante de l'invention, afin que les paramètres de vol de l'aéronef meneur L soient uniquement disponibles à un avion intrus I éligible à recevoir des paramètres de vol de l'aéronef meneur L, l'onde du signal réponse émise par le transpondeur 8L de l'aéronef meneur L à l'étape de transmission E4 est émise à une puissance limitée de sorte qu'elle ne puisse pas se propager au-delà d'une distance supérieure à la portée prédéterminée C, à une marge d'erreur près de sorte à tenir compte de conditions de propagation d'onde défavorables. La puissance d'émission est avantageusement sensiblement identique (à 5 % près) à la puissance du signal d'interrogation déterminée par le processeur 30 du transpondeur 8L à la sous-étape d'analyse E3a.

Cette variante est avantageuse en ce qu'elle permet de s'assurer que les paramètres de vol transmis à l'aéronef intrus I ne sont pas interceptés par un individu malintentionné.

Selon un autre mode de réalisation, afin de s'assurer que les paramètres de vol de l'aéronef meneur L transmis à l'aéronef intrus I ne puissent pas être interceptés par un individu, notamment par un individu au sol, et en relation avec les figures 7 et 8, le transpondeur 8L détermine que l'aéronef intrus I est éligible si la puissance du signal d'interrogation est supérieure ou égale à la puissance seuil et si l'altitude de l'aéronef meneur est supérieure ou égale à une altitude seuil, et n'est pas éligible sinon.

L'altitude seuil est par exemple de 20000 pieds (correspondant au niveau de vol/flight level FL200) égal à environ 6000 m.

Selon cette variante, le transpondeur 8L comprend un comparateur 33 pour comparer l'altitude de l'aéronef meneur à l'altitude seuil et une porte logique ET 34 recevant en entrée le signal de sortie du comparateur 32 comparant la puissance du signal d'interrogation à la puissance seuil ainsi que le signal de sortie du comparateur 33 comparant l'altitude de l'aéronef meneur à l'altitude seuil.

Le procédé tel que décrit plus haut est modifié :

- en ce que, l'étape de détermination E3 comprend une sous-étape de vérification E3d, mise en œuvre avant la sous-étape de surveillance et de détermination E3c, dans laquelle le processeur 30 du transpondeur 8L de l'aéronef meneur L met en œuvre, via le comparateur 33, une comparaison entre l'altitude de l'aéronef meneur L et l'altitude seuil. Le signal de sortie du comparateur 33 passe d'un premier à un second état (par exemple de 0 à 1) si l'altitude de l'aéronef meneur est supérieure ou égale à l'altitude seuil, il conserve un premier état (par exemple 0) sinon ; et
- et en ce que dans la sous-étape de surveillance et de détermination E3c, le transpondeur détermine que:
  - l'aéronef intrus I est éligible si le signal de sortie de la porte logique ET 34 passe dans le second état (par exemple mise à 1) ce qui correspond à un changement d'état du signal de sortie du comparateur 32 comparant la puissance du signal d'interrogation à la puissance seuil ET un changement d'état du signal de sortie du comparateur 33 comparant l'altitude de l'aéronef meneur à l'altitude seuil
  - l'aéronef intrus n'est pas éligible si, le signal de sortie de la porte logique ET 34 reste dans le premier état (par exemple 0), c'est-à-dire que ni le signal de sortie du comparateur 32 comparant la puissance du signal d'interrogation à la puissance seuil n'a changé d'état ni le signal de sortie du comparateur 33 comparant l'altitude de l'aéronef meneur à l'altitude seuil n'a changé d'état.

Dans une variante de l'invention, au lieu de mesurer la puissance du signal d'interrogation reçu, le processeur 30 du transpondeur 8L analyse le rapport signal à bruit (c.-à-d. la qualité du signal) du signal d'interrogation reçu et compare ce rapport à un seuil prédéterminé. La mesure de la qualité du signal d'interrogation reçu permet déterminer la distance de l'avion intrus I à l'aéronef meneur L.

## REVENDEICATIONS

- 1) Procédé de transmission de paramètres de vol d'un aéronef meneur (L) vers au moins un aéronef intrus (I), chaque aéronef comprenant :
- un système d'évitement de collision (5L, 5I) configuré pour détecter des probabilités de collisions avec d'autres aéronefs volant dans un volume de surveillance réparti autour de l'aéronef, ledit système comprenant un interrogateur (6L, 6I), et un transpondeur (8L, 8I) connecté à une antenne (9L, 9I) ;
  - un système de gestion de vol (4L, 4I) collectant les paramètres de vol de l'aéronef, le système d'évitement de collision étant connecté au système de gestion de vol ;
- caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes successives suivantes :
- d'interrogation (E1), dans laquelle l'interrogateur (6I) de l'aéronef intrus émet un signal d'interrogation comprenant une demande d'au moins un paramètre de vol ;
  - réception (E2), dans laquelle le transpondeur (8L) de l'aéronef meneur (L) reçoit, via l'antenne (9L, 9I), le signal d'interrogation émis par l'interrogateur (6I) de l'aéronef intrus (I) ;
  - de détermination (E3), dans laquelle le transpondeur (8L) de l'aéronef meneur:
    - dans une sous-étape d'analyse (E3a), analyse le spectre du signal d'interrogation reçu et détermine la puissance dudit signal;
    - dans une sous-étape de comparaison (E3b), compare la puissance du signal d'interrogation reçu à une puissance seuil ; et
    - dans une sous-étape de surveillance et de détermination (E3c), détermine que l'aéronef intrus est éligible à recevoir le au moins un paramètre de vol demandé si la puissance du signal d'interrogation est supérieure ou égale à la puissance seuil, et détermine que l'aéronef intrus n'est pas éligible à recevoir le au moins un paramètre de vol sinon.
  - transmission (E4), dans laquelle le transpondeur (8L) de l'aéronef meneur envoie un signal réponse à l'interrogateur (6I) d'un aéronef intrus (I) éligible en réponse au signal d'interrogation, le signal réponse contenant le au moins un paramètre de vol de l'aéronef meneur (L) demandé par l'aéronef intrus (I) lors de

l'étape d'interrogation (E1), un aéronef intrus (I) non éligible ne recevant au contraire aucun paramètre de vol de l'aéronef meneur (L) en réponse à sa demande.

- 5    2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un paramètre de vol est une donnée choisie parmi les données suivantes : altitude, masse, angle de roulis, configuration aérodynamique, envergure de l'aéronef, densité de l'air au point de vol, vitesse.
- 3) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que ;
- 10    - l'étape de détermination (E3) comprend une sous-étape de vérification (E3d), mise en œuvre avant la sous-étape de surveillance et de détermination (E3c), dans laquelle le transpondeur (8L) de l'aéronef meneur (L) compare l'altitude de l'aéronef meneur (L) à une altitude seuil ;
- et en ce que :
- 15    - dans la sous-étape de surveillance et de détermination (E3c), le transpondeur (8L) de l'aéronef meneur détermine que l'aéronef intrus (I) est éligible à recevoir le au moins un paramètre de vol demandé si la puissance du signal d'interrogation est supérieure ou égale à la puissance seuil et si l'altitude de l'aéronef meneur est supérieure ou égale à l'altitude seuil, et que l'aéronef intrus (I) n'est pas éligible
- 20    sinon .
- 4) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 3, caractérisé en ce qu'à l'étape de transmission (E4), l'interrogateur (6I) d'un aéronef intrus (I) non éligible reçoit du transpondeur (8L) de l'aéronef meneur (L) un signal réponse au signal d'interrogation, le signal réponse contenant une indication selon laquelle la
- 25    demande de l'aéronef intrus (I) à obtenir au moins un paramètre de vol est refusée.

1/8

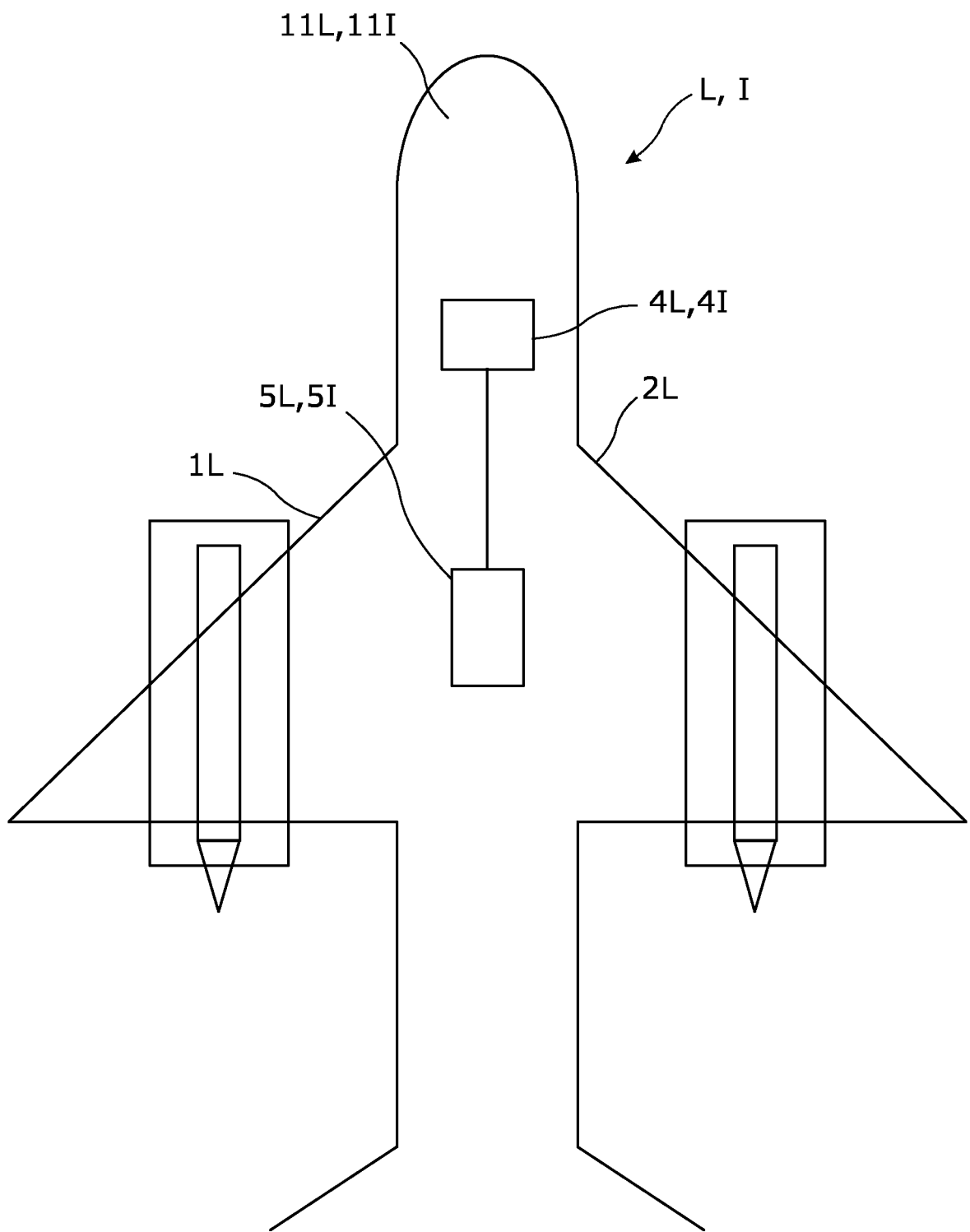


Fig. 1

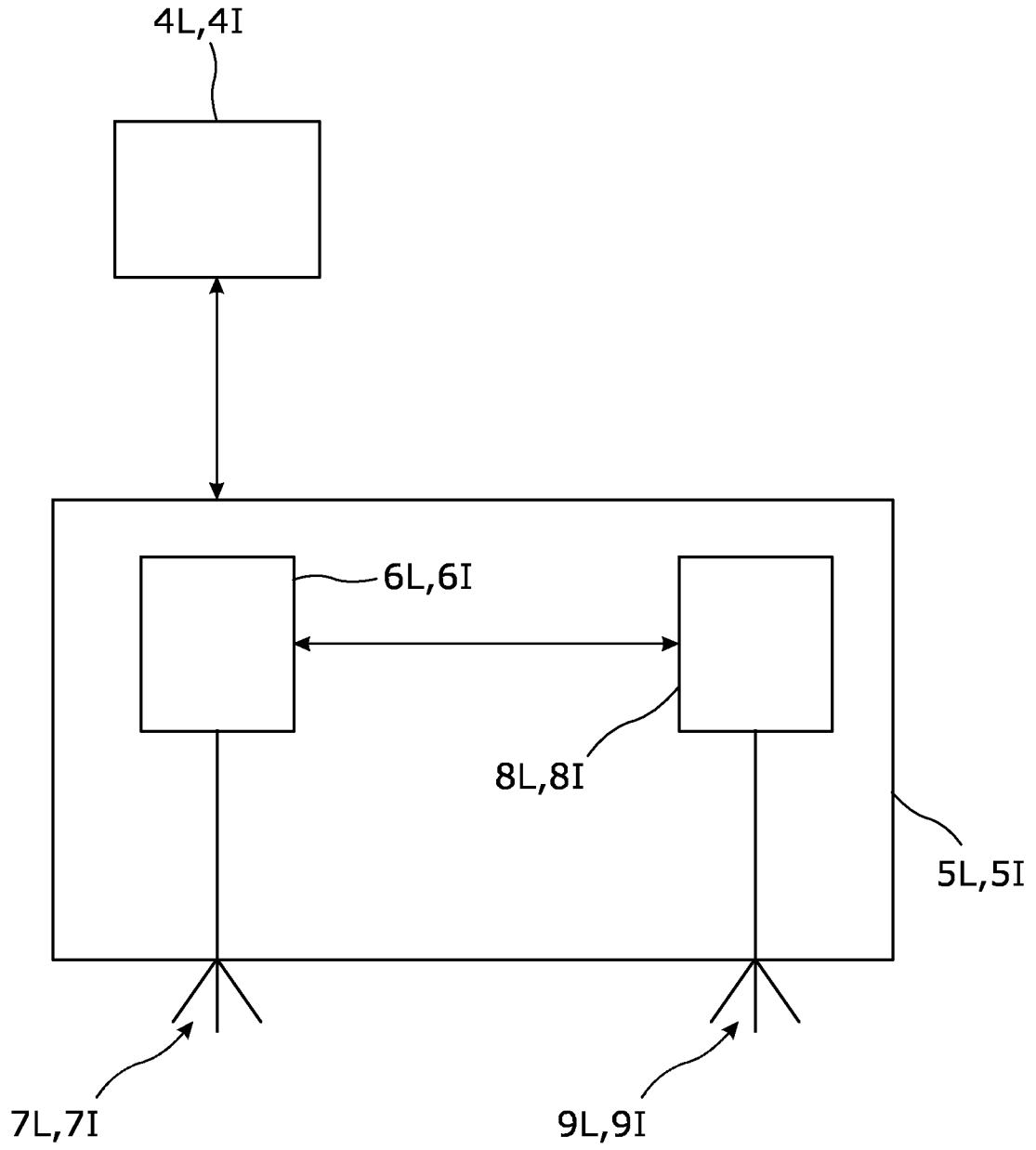


Fig. 2

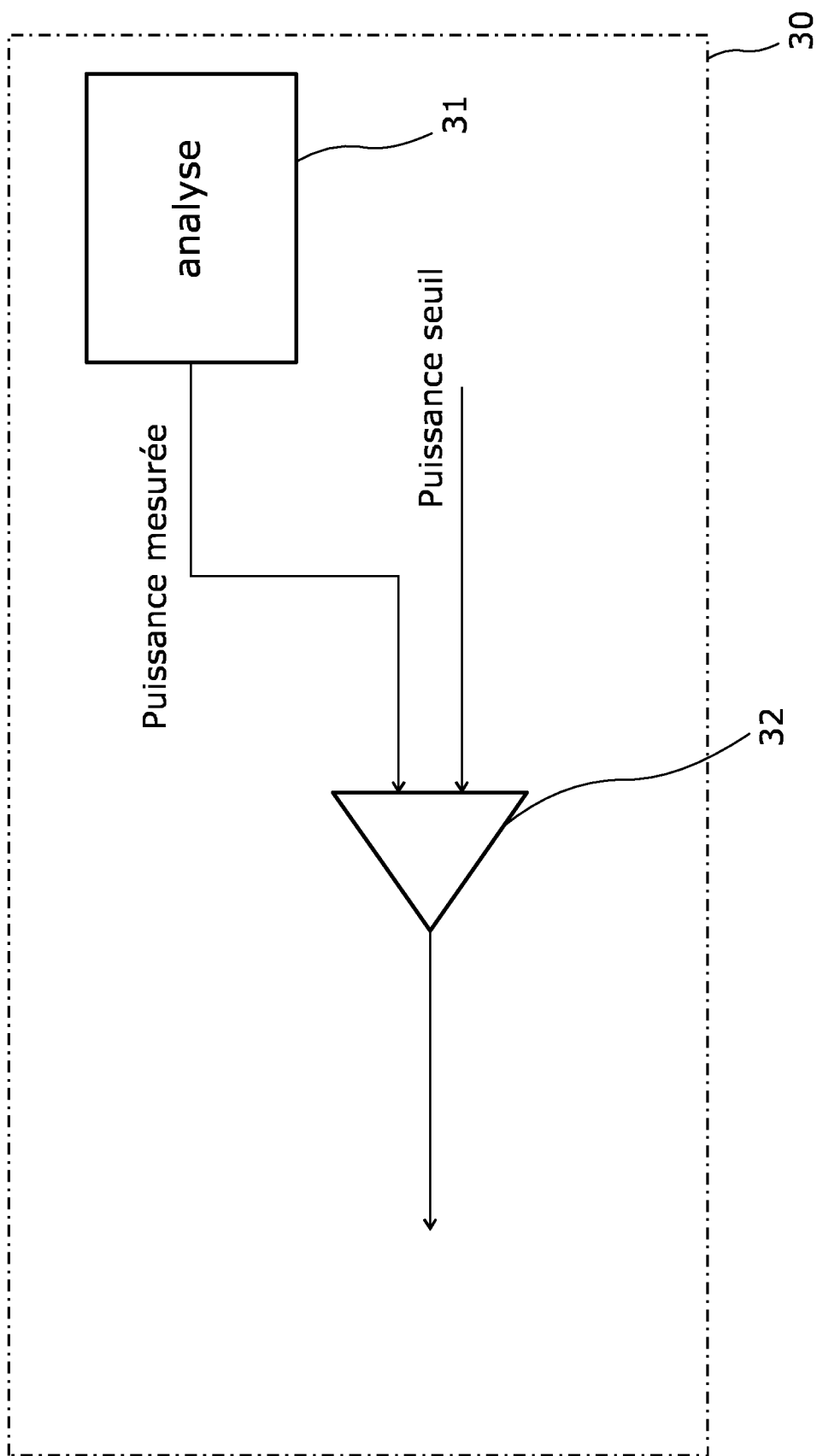


Figure 3



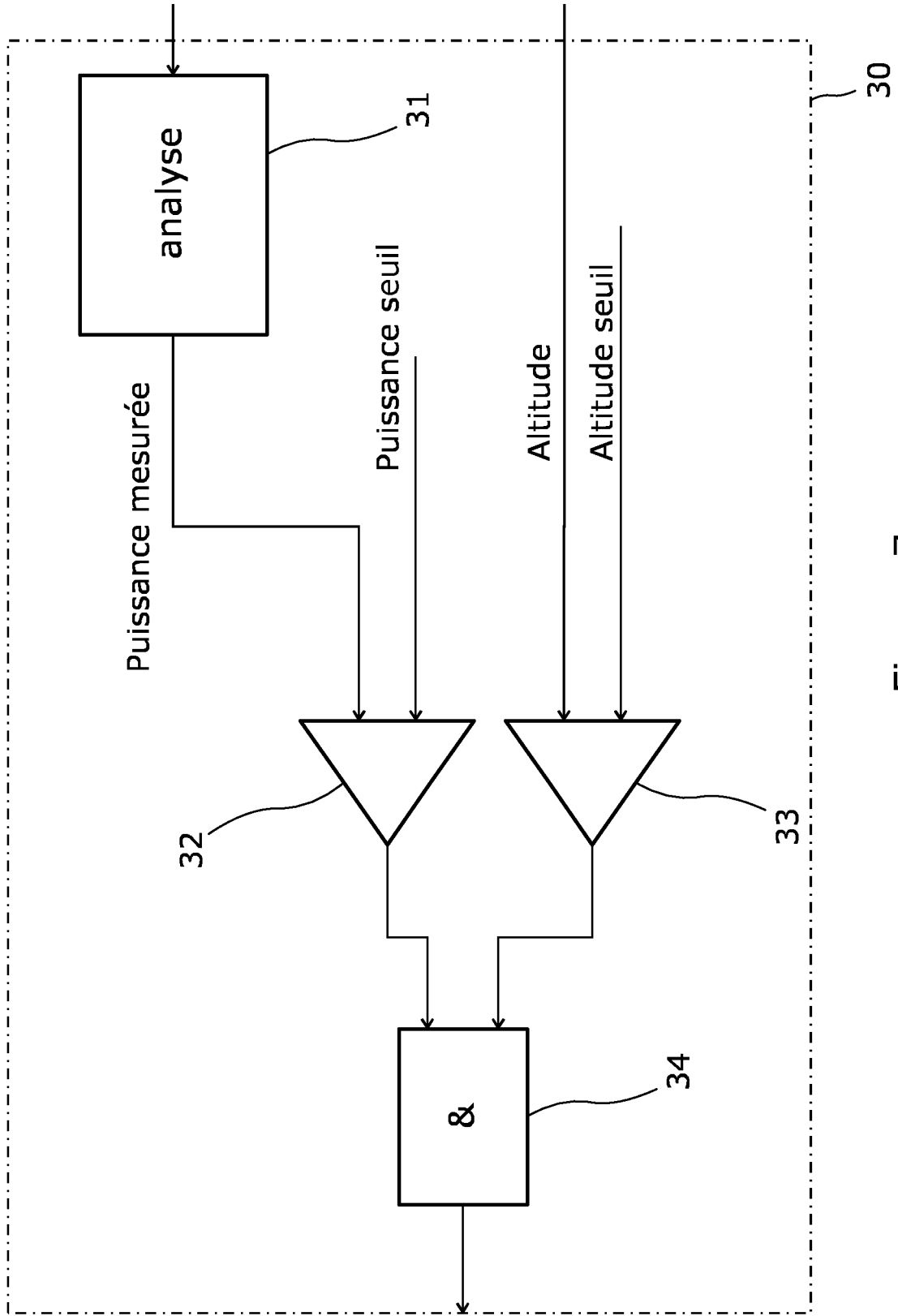


Figure 7

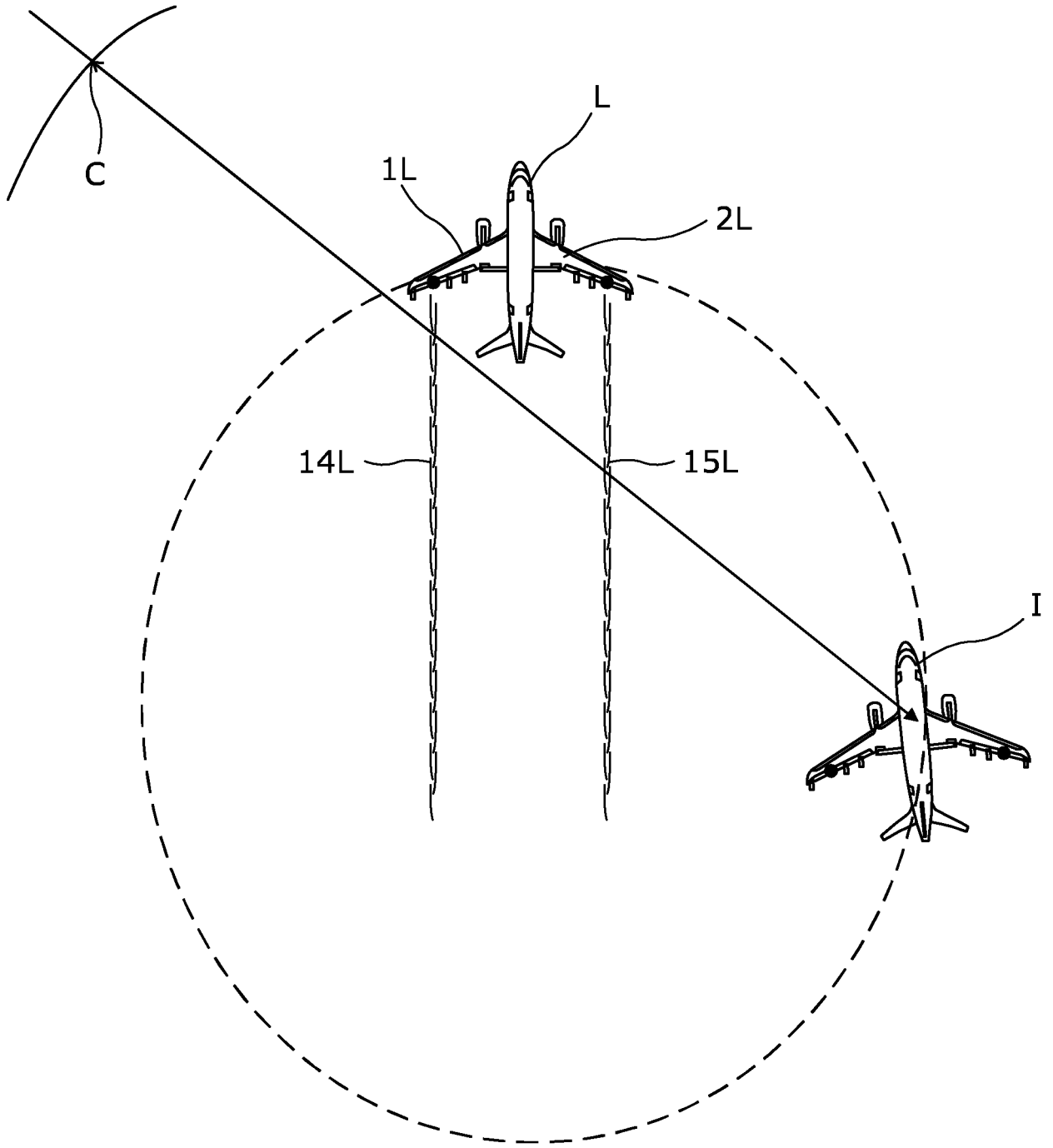


Fig. 4

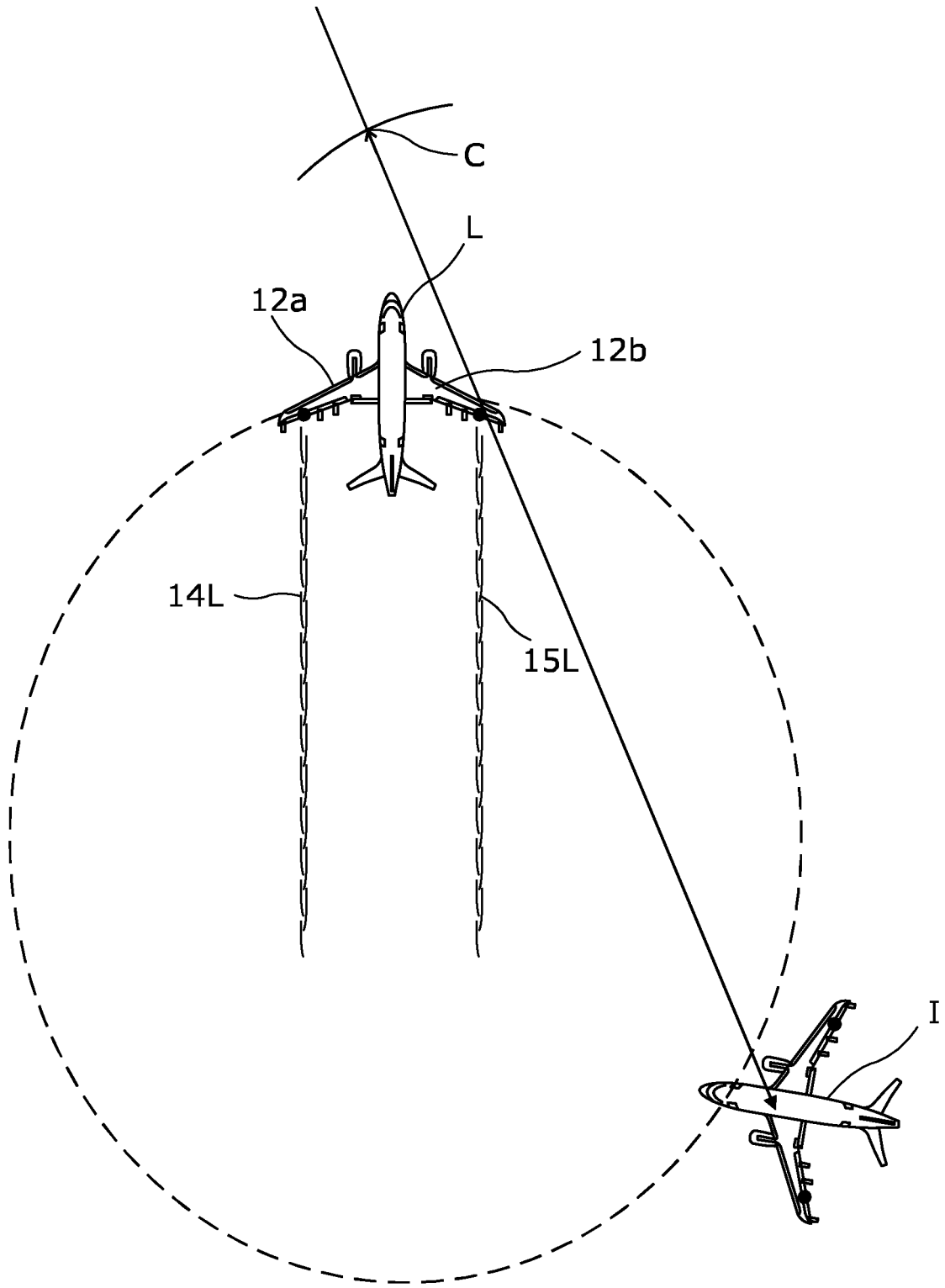


Fig. 5

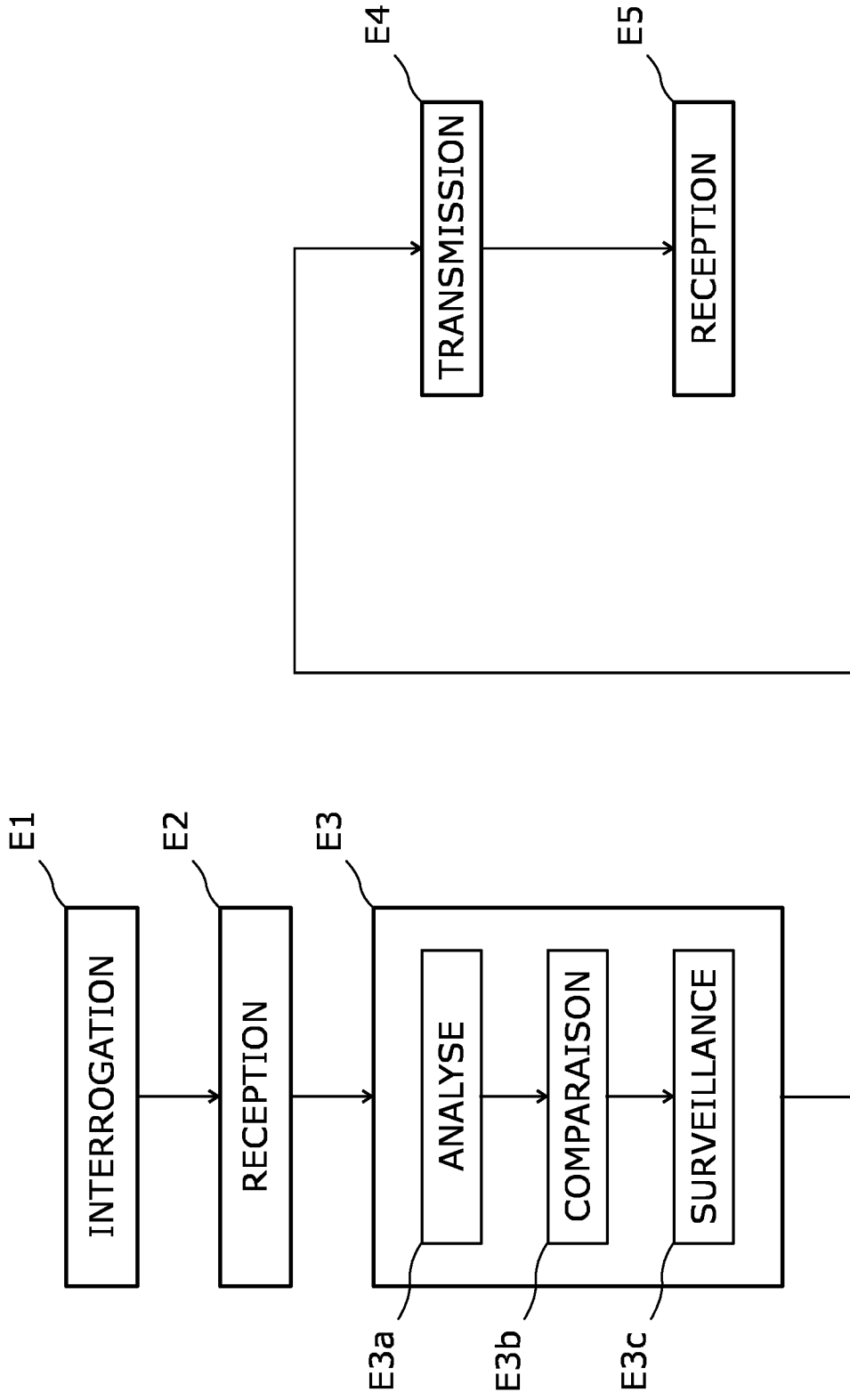


Fig. 6

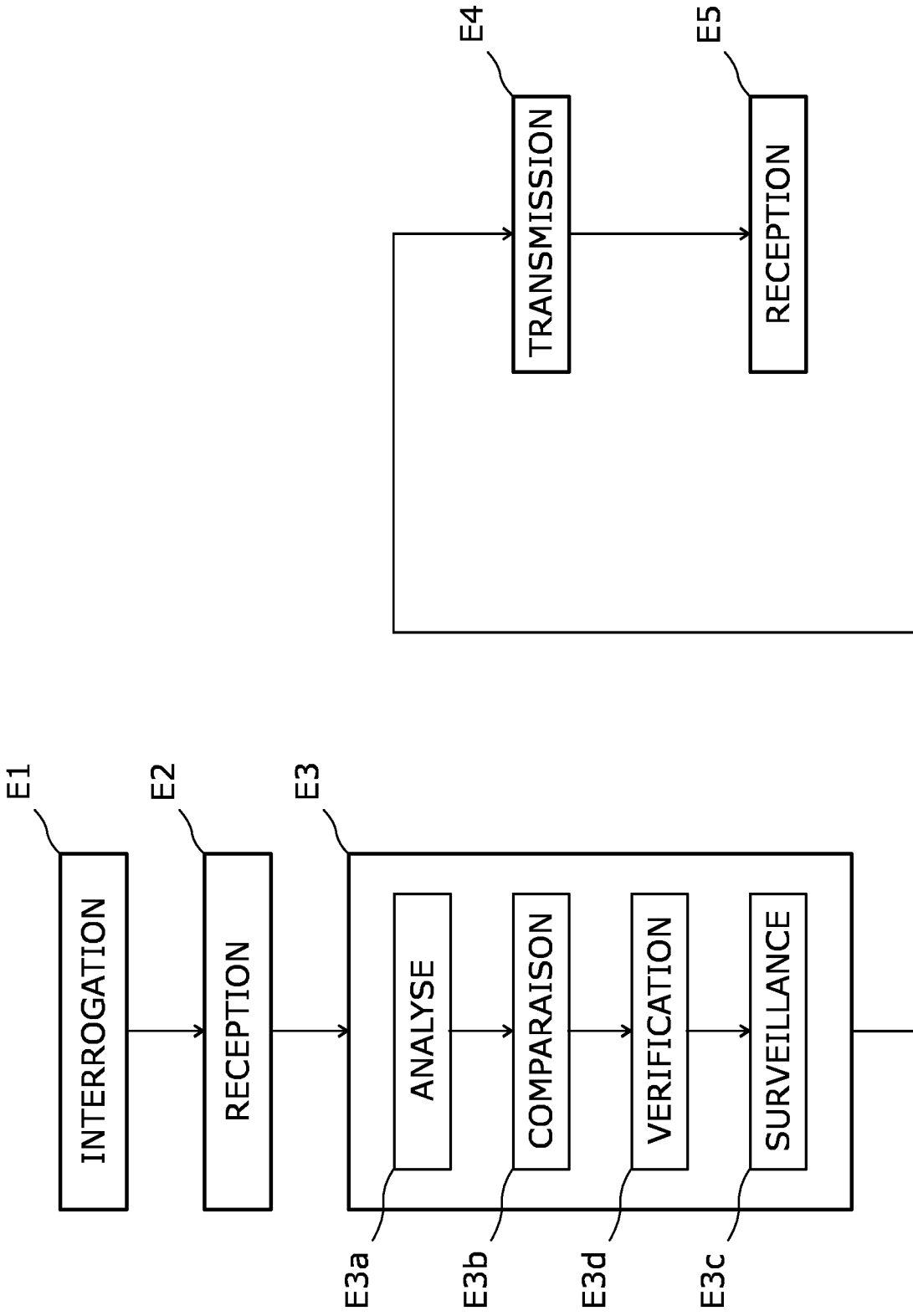


Fig. 8

# 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**

EP 2 851 889 A2 (HONEYWELL INT INC [US]) 25 mars 2015 (2015-03-25)

WO 2004/029902 A1 (AVIAT COMM & SURVEILLANCE SYS [US]) 8 avril 2004 (2004-04-08)

**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