

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

①1 N° de publication :

3 071 092

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

17 58473

⑤1 Int Cl⁸ : **G 08 G 5/06** (2018.01), B 64 D 43/00, G 01 C 21/00,
G 08 G 1/096

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 PROCÉDE ET SYSTÈME D'AIDE À LA NAVIGATION D'UN AVION SUR UN AÉROPORT.

②2 Date de dépôt : 13.09.17.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 15.03.19 Bulletin 19/11.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 22.07.22 Bulletin 22/29.

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 Société par actions
simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : GROS NICOLAS et CASTA
ANTOINE.

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

⑦4 Mandataire(s) : GEVERS & ORES.

FR 3 071 092 - B1



DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un procédé et un système d'aide à la navigation d'un avion sur un aéroport.

5

ETAT DE LA TECHNIQUE

La complexité de certains aéroports, l'augmentation du trafic aérien et l'existence d'installations souvent peu adaptées à des avions qui sont de plus en plus gros et nombreux, créent des difficultés de circulation sur les pistes et les voies de roulage (« taxiways » en anglais) des aéroports, ce qui entraîne souvent des allongements des durées de roulage.

Par les brevets US-8296060 et FR-2 901 903 de la demanderesse, on connaît un procédé selon lequel on affiche sur un écran de visualisation d'un avion un ensemble d'indications comprenant une carte d'aéroport qui représente au moins partiellement l'aéroport et sur cette carte d'aéroport un symbole avion qui illustre la position courante de l'avion. De plus, selon ce procédé, on réalise, de plus, les opérations suivantes :

- on réceptionne, notamment via une liaison de transmission de données, des données qui sont engendrées par un poste de contrôle de l'aéroport et qui sont relatives au chemin à suivre par l'avion sur ledit aéroport ; et

- on présente automatiquement ces données reçues, sous forme graphique, sur l'écran de visualisation, et ceci à l'aide d'un tracé illustrant sur ladite carte d'aéroport ledit chemin à suivre par l'avion.

Ce tracé permet une visualisation du parcours à effectuer pour rejoindre un point donné de l'aéroport. Ceci permet de réduire la charge de travail du pilote et d'augmenter sa compréhension (et le contrôle) des informations de navigation au sol.

Toutefois, même si les indications du parcours à suivre et de la position courante de l'avion sont des informations utiles et précieuses pour aider à la navigation de l'avion au sol sur l'aéroport, elles ne donnent pas à

30

l'équipage une indication fiable du temps de parcours. Ce temps de parcours dépend, en effet, également du trafic sur l'aéroport.

Par ailleurs, on connaît des procédures de roulage permettant des économies de carburant, notamment une procédure de roulage avec un seul moteur allumé. Une telle procédure, pour être mise en œuvre, nécessite de connaître le temps de roulage sur les voies de roulage, afin de ne pas endommager les moteurs. Il faut que les temps de chauffe des moteurs soient respectés précisément pour ne pas les endommager lors du décollage à pleine puissance. Les dispositifs de navigation aéroportuaire donnent actuellement une vision parcellaire de la situation de l'avion sur l'aéroport. Aussi, pour optimiser l'utilisation des moteurs lors d'une procédure de roulage à un seul moteur tournant, l'équipage prend des mesures conservatives pour les temps de remise en route, car il n'a pas de connaissance précise des conditions de roulage et du temps restant avant l'accès à la piste.

Les solutions usuelles d'aide à la navigation d'un avion sur un aéroport ne sont donc pas complètement satisfaisantes.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients, Pour ce faire, elle concerne un procédé d'aide à la navigation aéroportuaire d'un avion, dit avion aidé, ledit procédé comprenant :

- une première étape, mise en œuvre par un dispositif de navigation aéroportuaire et consistant à générer un cheminement au sol sur l'aéroport pour l'avion aidé entre une première position et une deuxième position, ledit cheminement comportant une pluralité de segments successifs ;
- une deuxième étape, mise en œuvre par un dispositif de détermination de position, et consistant à déterminer la position courante au sol dudit avion aidé ; et
- une étape d'affichage, mise en œuvre par un dispositif d'affichage et consistant à afficher, sur au moins un écran de visualisation dudit avion aidé,

une carte aéroportuaire dudit aéroport et, sur cette carte aéroportuaire, au moins un symbole illustrant la position courante de l'avion aidé et un tracé illustrant ledit cheminement.

Selon l'invention, ledit procédé est remarquable :

5 - en ce qu'il comprend de plus :

• une étape de surveillance, mise en œuvre par un dispositif de surveillance du trafic et consistant à déterminer, pour des avions autres que ledit avion aidé, dits avions environnants, qui sont situés (ou localisés ou positionnés) sur l'aéroport, au moins la position courante et le type de chacun de ces avions environnants ; et

10

• une étape de calcul, mise en œuvre par une unité de calcul et consistant à déterminer, pour chacun des segments du cheminement, au moins une information de congestion correspondante, en fonction au moins de ladite position et dudit type des avions environnants situés sur ledit segment ; et

15

- en ce que ladite étape d'affichage consiste, de plus, à mettre en évidence, sur chaque segment du tracé illustrant le cheminement, l'information de congestion correspondante.

Ainsi, grâce à l'invention, on combine, sur l'écran de visualisation, les visualisations de la position de l'avion aidé sur l'aéroport, de son cheminement et du trafic environnant (via l'information de congestion précisée ci-dessous). L'ensemble de ces informations déterminées et affichées apportent à l'équipage une aide précieuse pour l'optimisation de la navigation et également pour la gestion du carburant. On peut notamment réaliser une économie du carburant importante lorsque l'équipage met en œuvre une

20

25

procédure de roulage avec un seul moteur allumé, et tient compte des informations de congestion affichées (lui donnant notamment une indication sur son temps de parcours).

25

De façon avantageuse, l'étape de calcul consiste, pour chaque segment du cheminement :

30

- à attribuer, à chaque avion environnant situé sur le segment, une longueur forfaitaire dépendant du type dudit avion environnant ; et
- à déterminer comme information de congestion, le cas échéant, un ensemble d'une ou de plusieurs zones d'occupation du segment, une zone d'occupation étant associée à chaque avion environnant situé sur le segment et correspondant à la zone couverte par la longueur forfaitaire attribuée à cet avion environnant, qui est centrée sur la position courante dudit avion environnant.

En outre, avantageusement, l'étape de calcul consiste, de plus, pour chaque segment du cheminement :

- à faire la somme des longueurs forfaitaires de tous les avions environnants situés sur le segment ;
- à comparer cette somme à la longueur du segment ; et
- à attribuer audit segment en fonction de cette comparaison, un niveau de congestion comme information de congestion.

Par ailleurs, de façon avantageuse, l'étape de calcul consiste, pour chaque segment du cheminement :

- à déterminer la vitesse courante de chacun des avions environnants situés sur le segment ;
- à calculer une vitesse de référence associée à ce segment, à partir des vitesses courantes de l'ensemble desdits avions environnants situés sur le segment ;
- à comparer cette vitesse de référence à une vitesse théorique ; et
- à attribuer audit segment en fonction de cette comparaison, un niveau de congestion comme information de congestion.

En outre, avantageusement, l'étape de calcul consiste, de plus, à déterminer un temps de parcours dit individuel pour chaque segment, en prenant en compte une vitesse de référence associée audit segment et la longueur dudit segment.

De plus, de façon avantageuse, l'étape de calcul consiste à calculer au moins l'un des temps suivants :

- un temps de parcours total, entre lesdites première et deuxième positions le long dudit cheminement ;

- un temps de parcours restant, entre la position courante de l'avion aidé et ladite deuxième position le long dudit cheminement,

5 ces temps étant calculés à partir des temps de parcours individuels sur l'ensemble de segments correspondants.

De préférence, l'étape d'affichage consiste à afficher sur l'écran de visualisation au moins une indication de temps relative à au moins l'un des temps suivants :

10 - le temps de parcours total, entre lesdites première et deuxième positions le long du cheminement ; et

- le temps de parcours restant, entre la position courante de l'avion aidé et ladite deuxième position le long du cheminement.

15 Le procédé permet ainsi de fournir à l'équipage des indications et des prédictions sur le temps de parcours restant pour atteindre une destination sur l'aéroport aéroportuaire en tenant compte du cheminement choisi et des conditions de trafic en temps réel.

Par ailleurs, de façon avantageuse, pour chaque segment, la vitesse de référence associée correspond :

20 - si aucun avion environnant n'est situé sur ce segment, à une vitesse théorique prédéterminée de l'avion aidé ;

- si un seul avion environnant est situé sur le segment, à la vitesse courante dudit avion environnant ; et

25 - si une pluralité d'avions environnants sont situés sur le segment, à une vitesse calculée à partir des vitesses courantes desdits avions environnants.

La présente invention concerne également un système d'aide à la navigation au sol sur un aéroport d'un avion, dit avion aidé, ledit système comportant :

30 - un dispositif de navigation aéroportuaire apte à générer un cheminement au sol sur l'aéroport de l'avion aidé entre une première position et une deuxième position, ledit cheminement comportant une pluralité de segments successifs ;

- un dispositif de détermination de position configuré pour déterminer la position courante au sol dudit avion aidé ; et
 - un dispositif d'affichage embarqué sur ledit avion aidé et configuré pour afficher, sur au moins un écran de visualisation dudit avion aidé, une carte aéroportuaire dudit aéroport et, sur cette carte aéroportuaire, au moins un
- 5 symbole illustrant la position courante de l'avion aidé et un tracé illustrant ledit cheminement.

Selon l'invention :

- ledit système d'aide à la navigation comporte de plus :

10 • un dispositif de surveillance du trafic configuré pour déterminer pour des avions autres que ledit avion aidé, dits avions environnants, qui sont situés sur l'aéroport, au moins la position courante et le type de chacun de ces avions environnants ; et

15 • une unité de calcul configurée pour déterminer, pour chacun des segments du cheminement, une information de congestion correspondante, en fonction au moins de ladite position et dudit type des avions environnants situés sur ledit segment ; et

20 - ledit dispositif d'affichage est configuré pour mettre en évidence, sur chaque segment du tracé illustrant le cheminement, l'information de congestion correspondante.

Avantageusement, l'unité de calcul est configurée pour déterminer comme information de congestion, le cas échéant, un ensemble d'une ou de plusieurs zones d'occupation du segment, une zone d'occupation étant associée à chaque avion environnant situé sur le segment et correspondant à

25 la zone couverte par une longueur forfaitaire attribuée à cet avion environnant, qui est centrée sur la position courante dudit avion environnant, la longueur forfaitaire dépendant du type dudit avion environnant.

En outre, de façon avantageuse, l'unité de calcul est configurée pour, de plus, pour chaque segment du cheminement :

30 - faire la somme des longueurs forfaitaires de tous les avions environnants situés sur le segment ;

- comparer cette somme à la longueur du segment ; et
- attribuer audit segment en fonction de cette comparaison, un niveau de congestion comme information de congestion.

5 Par ailleurs, avantageusement, l'unité de calcul est configurée pour déterminer un temps de parcours dit individuel sur chaque segment, en prenant en compte une vitesse de référence associée audit segment et la longueur dudit segment, et pour calculer au moins l'un des temps suivants :

- un temps de parcours total, entre lesdites première et deuxième positions le long dudit cheminement ;
 - 10 - un temps de parcours restant, entre la position courante de l'avion et ladite deuxième position le long dudit cheminement,
- ces temps étant calculés à partir des temps de parcours individuels sur l'ensemble de segments correspondants.

15 Dans un premier mode de réalisation (préférée), le dispositif de navigation aéroportuaire, le dispositif de détermination de position, le dispositif de surveillance du trafic et l'unité de calcul sont embarqués sur ledit avion aidé.

20 En outre, dans un second mode de réalisation, au moins l'unité de calcul dudit système est montée dans un dispositif externe à l'avion aidé et ledit système comporte, de plus, une liaison de transmission de données reliant au moins ladite unité de calcul audit dispositif d'affichage embarqué sur l'avion aidé.

25 Par ailleurs, dans un autre mode de réalisation, le dispositif de navigation aéroportuaire fait partie d'un dispositif électronique portatif, de type EFB (pour « Electronic Flight Bag » en anglais), qui est utilisé sur l'avion aidé.

La présente invention concerne également un avion, en particulier un avion de transport, qui est pourvu d'au moins une partie d'un tel système d'aide à la navigation au sol.

30 **BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES**

Les figures annexées feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables. Plus particulièrement :

- 5 - la figure 1 montre schématiquement un mode de réalisation particulier d'un système d'aide à la navigation au sol d'un avion sur un aéroport ;
- la figure 2 montre schématiquement un exemple de cheminement ;
- la figure 3 montre schématiquement une partie d'un cheminement illustrant la présence d'avions environnants sur un segment de ce cheminement ;
- 10 - les figures 4 à 6 sont les schémas synoptiques d'ensembles de calcul d'une unité de calcul du système d'aide à la navigation ;
- la figure 7 montre schématiquement une partie d'un aéroport, sur laquelle est situé un avion équipé d'un système d'aide à la navigation ; et
- les figures 8 et 9 illustrent schématiquement des exemples de présentation de données de navigation par un dispositif d'affichage du système d'aide à la
- 15 navigation.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

20 Le système 1 représenté schématiquement sur la figure 1 et permettant d'illustrer l'invention, est destiné à aider à la navigation (au sol) sur un aéroport, un avion, dit avion aidé (A0), en particulier un avion de transport (figure 2). Dans un mode de réalisation préféré, ce système 1 est embarqué sur cet avion aidé A0, comme représenté schématiquement sur la figure 2.

25 Ce système 1 d'aide à la navigation aéroportuaire comporte, comme représenté sur la figure 1 :

- un dispositif de navigation aéroportuaire 2 apte à générer un cheminement T de l'avion aidé A0 (figure 2), entre une première position P1 sur l'aéroport et une deuxième position P2 sur l'aéroport. Le cheminement T comporte une pluralité de segments rectilignes S1, S2, S3 et S4 successifs, correspondant
- 30 notamment à des bretelles d'accès, des voies de roulage (« taxiways » en anglais) ou des pistes de l'aéroport. Ces segments rectilignes S1, S2, S3 et

S4 sont généralement liés les uns aux autres via des tronçons courbes C1, C2 et C3, notamment en arc de cercle ;

- un dispositif de détermination de position 3 configuré pour déterminer, en temps réel, la position courante Pc dudit avion aidé A0 ; et

5 - un dispositif d'affichage 4 embarqué sur ledit avion aidé A0 et configuré pour afficher, sur au moins un écran de visualisation 5 dudit avion aidé A0, comme représenté sur les figures 8 et 9, une carte aéroportuaire 6 et, sur cette carte aéroportuaire 6, au moins un symbole 7 illustrant la position courante Pc de l'avion aidé A0 et un tracé 8 illustrant ledit cheminement T.

10 Cette première position P1 et cette seconde position P2 peuvent correspondre à des positions quelconques sur des segments de roulage au sol. Il peut notamment s'agir d'une position au niveau d'une porte de départ de l'aéroport, d'une position sur une piste de décollage de l'aéroport, d'une position sur une piste d'atterrissage de l'aéroport, ou d'une position au niveau
15 d'une porte d'arrivée de l'aéroport.

Selon l'invention, ledit système 1 comporte de plus, comme représenté sur la figure 1 :

- un dispositif de surveillance du trafic 9 configuré pour déterminer pour des avions autres que ledit avion aidé, dits avions environnants, qui sont situés
20 sur l'aéroport, au moins une position courante et un type ; et

- une unité de calcul 10 qui relie par l'intermédiaire de liaisons 11 et 12, respectivement, au dispositif de navigation aéroportuaire 2 et au dispositif de surveillance du trafic 9 et qui est configurée pour déterminer, pour chacun des segments S1 à S4 du cheminement T, une information de congestion
25 correspondante, et ceci en fonction au moins de ladite position et dudit type (reçus du dispositif de surveillance du trafic 9) des avions environnants situés sur ledit segment.

Dans le cadre de la présente invention, on considère qu'un avion environnant A1, A2 (figure 3) est situé sur un segment S2 du cheminement T,
30 c'est-à-dire sur une portion d'une voie de roulage ou d'une piste, lorsqu'il est localisé ou positionné sur ce segment S2, en étant notamment en

déplacement (roulage au sol) ou éventuellement à l'arrêt (par exemple en cas de congestion importante ou d'instruction en ce sens d'un contrôleur de l'aéroport).

5 En outre, les avions susceptibles d'être rencontrés sur l'aéroport sont classés par types. Un classement comporte un nombre N de types possibles. A titre d'illustration, N peut être égal à 3, et les types d'avions peuvent comporter dans ce cas, respectivement, les court-courriers, les moyen-courriers et les long-courriers.

10 De plus, selon l'invention, ledit dispositif d'affichage 4 qui est relié par l'intermédiaire de liaisons 13 et 14, respectivement, au dispositif de navigation aéroportuaire 2 et à l'unité de calcul 10, est configuré pour mettre en évidence, sur chaque segment du tracé 8 illustrant le cheminement T, au moins l'information de congestion correspondante, comme précisé ci-dessous en référence aux figures 8 et 9.

15 Les informations de congestion permettent d'informer l'équipage notamment pour améliorer son anticipation et sa prise de décision.

Le dispositif de navigation aéroportuaire 2 comprend une unité de saisie 15 et un élément intégré de calcul de cheminement.

20 De façon usuelle, l'unité de saisie 15, par exemple un clavier ou un écran tactile, permet à un opérateur, notamment à un pilote, de saisir des données (comme illustré par une liaison 16) qui sont ensuite utilisées par l'élément de calcul de cheminement du dispositif de navigation aéroportuaire 2 pour déterminer le cheminement.

25 Différents modes de réalisation sont envisageables. En particulier, dans un premier mode de réalisation, le pilote peut entrer une position de départ (correspondant par exemple à la position courante) et une position d'arrivée (ou de destination), et l'élément de calcul de cheminement détermine le cheminement entre cette position de départ (la position P1 dans l'exemple de la figure 2) et cette position d'arrivée (la position P2 dans l'exemple de la figure 2).

30

En outre, dans un second mode de réalisation, le pilote définit l'ensemble du parcours qu'il compte faire suivre à l'avion, et le cheminement correspond à ce parcours entré.

Le dispositif de navigation aéronautique 2 fournit à l'unité de calcul 10, via la liaison 11, le cheminement prévu de l'avion aidé, sous forme de segments S1 à S4 (avec leur longueur) et de tronçons courbes C1 à C3 (avec l'angle et le rayon de l'arc de cercle). Il fournit également la position courante de l'avion aidé, par rapport à la topologie des pistes et des zones de roulage, et la vitesse courante de l'avion aidé, qui sont reçues du dispositif 3 via une liaison 16.

Le dispositif de navigation aéroportuaire 2 fournit ainsi, en temps réel, à l'unité de calcul 10 :

- la position courante et la vitesse courante de l'avion aidé ; et
- la topologie du cheminement avec les longueurs de segments à parcourir, leurs positions géographiques et l'indication de tronçons courbes entre les segments.

Ces informations sont également fournies par le dispositif de navigation aéroportuaire 2 au dispositif d'affichage 4 via la liaison 13, ainsi que la carte aéroportuaire 6 (figures 8 et 9) qui est reçue d'une base de données de navigation 17 usuelle par l'intermédiaire d'une liaison 18.

Dans un mode de réalisation préféré, l'unité de calcul 10 est configurée pour déterminer comme information de congestion, le cas échéant (c'est-à-dire si cela se présente), pour chaque segment du cheminement, un ensemble d'une ou de plusieurs zones d'occupation du segment. Une zone d'occupation Z1, Z2 est associée à chaque avion environnant A1, A2 situé sur le segment considéré comme représenté pour un segment S2 sur la figure 3, et elle correspond à la zone couverte par une longueur forfaitaire L1, L2 attribuée à cet avion environnant A1, A2. Dans ce cas, la longueur forfaitaire L1, L2, est centrée sur la position courante Pc1, Pc2 dudit avion environnant A1, A2. La longueur forfaitaire L1, L2 dépend du type de l'avion environnant A1, A2 considéré et elle est par exemple stockée dans une base de données.

Pour la mise en œuvre de l'aide envisagée, le dispositif de surveillance 9 fournit ainsi à l'unité de calcul 10 la position courante, la vitesse courante et le type de chacun des avions environnants.

5 Le dispositif de surveillance 9 est, de préférence, un dispositif de surveillance du trafic et d'évitement de collisions de type TCAS (pour « Traffic Collision Awareness System » en anglais), comprenant une fonction de type ATSAW (pour « Airborne Traffic Situation AWareness » en anglais) qui permet de connaître le trafic environnant avec les positions, les vitesses et le type des avions concernés (dits avions environnants). Les informations peuvent être
10 générées par des dispositifs de surveillance coopératifs utilisant la technologie de surveillance dépendante automatique – diffusion (ADS-B pour « Automatic Dependent Surveillance – Broadcast » en anglais), montés sur les avions environnants.

15 Le système 1 comporte, de plus, une base de données 19 reliée par l'intermédiaire d'une liaison 20 à l'unité de calcul 10 et contenant les vitesses théoriques atteignables pour chaque type d'avion et ses caractéristiques d'accélération, de décélération et de vitesse, ainsi que la longueur forfaitaire associée.

20 En outre, l'unité de calcul 10 comporte un ensemble de calcul 21 qui comprend, comme représenté sur la figure 4 :

- un élément de calcul 22 configuré pour calculer, pour chaque segment du cheminement T, la somme L des longueurs forfaitaires L1, L2 (figure 3) de tous les avions environnants A1, A2 situés sur le segment S2 considéré. $L = L1 + L2$ pour l'exemple du segment S2 de la figure 3 ;
- 25 - un élément de comparaison 23 pour comparer la somme L calculée par l'élément de calcul 22 à la longueur D du segment S2 (reçue du dispositif de navigation aéroportuaire 2) ; et
- un élément d'attribution 24 pour attribuer audit segment S2, en fonction de cette comparaison, un niveau de congestion comme information de
30 congestion.

Le type de l'avion environnant est une information obtenue, en temps réel, du système de surveillance 9 et ce pour chaque avion environnant.

A chaque type d'avion environnant, est associée une longueur forfaitaire (d'occupation) représentant sensiblement la longueur qu'occupe cet avion environnant sur le segment du cheminement où il se trouve, par exemple la longueur L1 pour l'avion A1 sur la figure 3.

A titre d'illustration, l'élément d'attribution 24 peut, par exemple, procéder à l'attribution suivante, pour un segment quelconque :

- si plus de 50% du segment est occupé par des avions environnants, alors l'ensemble du segment est considéré comme occupé ;
- si au moins de 50% du segment est occupé, alors uniquement les longueurs forfaitaires sont considérées comme zones d'occupation (centrées sur la position de chaque avion environnant), comme dans l'exemple de la figure 3.

Cette information de congestion (niveau de congestion) est mise à la disposition de manière privilégiée de systèmes de l'avion aidé, sous forme numérique avec une information binaire indiquant si le segment considéré est entièrement occupé. Si le segment n'est pas occupé, l'unité de calcul 10 envoie les positions de chacun des avions environnants avec la longueur forfaitaire d'occupation attribuée.

Cette information de congestion (niveau de congestion) peut également mise à disposition de systèmes de l'avion aidé, sous forme graphique, avec une indication des coordonnées des zones d'occupation.

Le niveau de congestion déterminé par l'unité de calcul 21 est présenté sur l'écran de visualisation 5 par le dispositif d'affichage 4, sous forme numérique et/ou sous forme graphique.

Bien entendu, un nombre de niveaux de congestion différents avec des pourcentages respectifs différents, peuvent être utilisés par l'élément d'attribution 24 pour l'attribution du niveau de congestion à un segment donné.

Par ailleurs, l'unité de calcul 10 comporte également un ensemble de calcul 25 qui comprend, comme représenté sur la figure 5 :

- un élément de calcul 26 pour calculer, pour chaque segment du cheminement, une vitesse de référence associée à ce segment. Ce calcul est réalisé à partir des vitesses courantes de l'ensemble des avions environnants situés sur le segment considéré, comme précisé ci-dessous. Ces vitesses courantes sont reçues du dispositif de surveillance de trafic 9 via la liaison 12 ;
- un élément de comparaison 27 pour comparer, pour chaque segment du cheminement, la vitesse de référence (calculée par l'élément de calcul 26) à une vitesse théorique (de l'avion aidé sur le segment) issue de la base de données 19 ; et
- un élément d'attribution 28 pour attribuer audit segment, en fonction de la comparaison réalisée par l'élément de comparaison 27, un niveau de congestion comme information de congestion.

A titre d'illustration non limitative, on peut prévoir quatre niveaux de congestion (absence de congestion, faible congestion, congestion, congestion forte). Par exemple, pour un segment donné :

- si la vitesse calculée est inférieure à 25% de la vitesse théorique contenue dans la base de données 19, alors le segment est considéré comme fortement congestionné, la vitesse calculée étant très faible par rapport à la vitesse théorique possible de l'avion aidé en raison de la congestion ;
- si la vitesse calculée est comprise entre 25% et 50% de la vitesse théorique, alors le segment est considéré comme congestionné ;
- si la vitesse calculée est comprise entre 50% et 75% de la vitesse théorique alors le segment est considéré comme faiblement congestionné ; et
- si la vitesse calculée est supérieure à 75% de la vitesse théorique, contenue dans la base de données, alors le segment est considéré comme non congestionné, la vitesse calculée étant proche de la vitesse théorique possible de l'avion aidé.

L'information de congestion est mise à jour, en temps réel, en fonction des positions de l'avion aidé (en mouvement) et des positions des avions environnants.

Cette information de congestion peut être mise à disposition de manière privilégiée de systèmes de l'avion aidé :

- sous forme numérique, avec dans l'exemple précité quatre valeurs différentes correspondant, respectivement, aux quatre niveaux de congestion possibles ; et/ou

- sous forme graphique, par exemple avec quatre couleurs différentes ou avec des tracés de segments de cheminements différents, par exemple des épaisseurs de traits et/ou des types de traits différents.

L'information de congestion est complétée par des considérations d'ordre géométriques fournies par la base de données 19 qui attribue une longueur forfaitaire à chacun des types d'avions surveillés par le dispositif de surveillance 9.

Par ailleurs, l'unité de calcul 10 comporte un ensemble de calcul 29 qui comprend, comme représenté sur la figure 6, un élément de calcul 30 pour déterminer un temps de parcours dit individuel sur chaque segment. Pour ce faire, l'élément de calcul 30 prend en compte une vitesse de référence associée audit segment (et calculée par un élément de calcul 31, comme précisé ci-dessous), ainsi que la longueur dudit segment.

De plus, l'ensemble de calcul 29 comprend également un élément de calcul 32 pour calculer au moins l'un des temps suivants :

- un temps de parcours total, entre la première position P1 et la deuxième position P2 le long du cheminement T (figure 2) ;

- un temps de parcours restant, entre la position courante Pc de l'avion A0 et la deuxième position P2 de l'avion aidé roulant le long dudit cheminement T (figure 2).

L'élément de calcul 32 calcule ces temps de parcours à partir des temps de parcours individuels (calculés par l'élément de calcul 30) sur l'ensemble des segments correspondants.

Le temps de parcours restant est constamment mis à jour, en temps réel, à partir de la position courante Pc de l'avion aidé A0 et du cheminement

T restant à effectuer. Le temps de parcours est également recalculé en cas de changement de cheminement.

Les temps de parcours (restant et total) peuvent être mis à disposition de systèmes de l'avion aidé.

5 Ces informations de temps de parcours (que l'unité de calcul 10 transmet au dispositif d'affichage 4) sont mises à disposition de l'équipage de l'avion aidé par ledit dispositif d'affichage 4.

10 Dans un mode de réalisation particulier, le dispositif d'affichage 4 est configuré pour afficher, sur l'écran de visualisation 5, au moins une indication de temps relative à au moins l'un des temps suivants, comme représenté sur les figures 8 et 9 :

- le temps de parcours total TT, entre la première position P1 et la deuxième position P2 le long du cheminement T (figure 3) ; et
- le temps de parcours restant TR, entre la position courante Pc de l'avion aidé A0 et ladite deuxième position P2 le long du cheminement T.

15 Dans l'exemple représenté sur les figures 8 et 9, les temps TT et TR sont affichés dans une zone d'affichage 34 appropriée sous forme numérique (« 5' » et « 10' », c'est-à-dire 5 minutes et 10 minutes).

20 Par ailleurs, l'élément de calcul 26 (figure 5) et/ou l'élément de calcul 31 (figure 6) déterminent, pour chaque segment, comme vitesse de référence associée :

- si aucun avion environnant n'est situé sur ce segment, une vitesse théorique prédéterminée de l'avion aidé, stockée dans la base de données 19 ;
 - si un seul avion environnant est situé sur le segment, la vitesse courante dudit avion environnant ; et
 - si une pluralité d'avions environnants A1 et A2 sont situés sur le segment, comme dans l'exemple de la figure 3 pour le segment S2, une vitesse calculée à partir des vitesses courantes desdits avions environnants A1 et A2. Ces vitesses courantes sont reçues du dispositif de surveillance 9. Cette
- 30 vitesse calculée est, par exemple, obtenue en faisant simplement la moyenne des vitesses courantes considérées, ou bien en faisant un autre calcul, par

exemple en pondérant différemment les diverses vitesses courantes considérées.

Différents modes de réalisation et variantes du système 1, tel que décrit ci-dessus, sont possibles.

5 Dans un premier mode de réalisation préféré, l'ensemble dudit système 1 d'aide à la navigation est embarqué sur l'avion aidé A0, c'est-à-dire que ledit dispositif de navigation aéroportuaire 2, ledit dispositif de détermination de position 3, ledit dispositif de surveillance du trafic 9 et l'unité de calcul 10 sont, tous, embarqués sur ledit avion aidé A0 dans une partie
10 avionique de ce dernier.

Dans ce cas, l'unité de calcul 10 peut-être implantée dans un ordinateur embarqué, qui est connecté à différents bus de données de l'avion aidé par des liaisons de type A429 et/ou AFDX.

En outre, dans un deuxième mode de réalisation, au moins l'unité de calcul 10 est logée dans un système externe à l'avion aidé, et ledit système 1
15 comporte, de plus, une liaison de transmission de données (liaison 14) reliant au moins ladite unité de calcul 10 audit dispositif d'affichage 4 qui est embarqué sur l'avion aidé A0.

En particulier, l'unité de calcul 10 peut être logée dans un système informatique situé au sol, et le calcul des temps de parcours peut être
20 entièrement réalisé au sol et transmis au dispositif d'affichage 4 de l'avion aidé A0 par des moyens de communications terrestres ou satellitaires.

Par ailleurs, dans un troisième mode de réalisation, le dispositif de navigation aéroportuaire 2 fait partie d'un dispositif électronique portatif, de
25 type EFB (pour « Electronic Flight Bag » en anglais), qui est utilisé sur l'avion aidé. Dans ce cas, notamment la position courante de l'avion aidé peut être fournie par un système embarqué en temps réel ou par un système de détermination de position du dispositif EFB.

Par ailleurs, l'unité de calcul 10 peut être logée dans un système embarqué dédié ou peut correspondre à un logiciel intégré dans un dispositif
30

EFB qui reçoit les informations de position de l'avion aidé et les informations de trafic de systèmes embarqués ou d'un propre dispositif de surveillance.

Les informations fournies par l'unité de calcul 10 sont soit numériques et interprétables par le dispositif d'affichage 4, soit directement fournies sous forme graphique pour une surimpression sur les informations déjà gérées par le dispositif d'affichage 4.

Dans un mode de réalisation particulier, le système 1 calcule, avant le démarrage de la navigation, pour chaque segment du cheminement, le temps de parcours en fonction de la longueur du segment et de la vitesse théorique atteignable fournie par la base de données 19. Les temps de parcours sont cumulés pour obtenir un premier temps de parcours théorique. Cette information est mise à disposition de systèmes de l'avion aidé. Le temps de parcours théorique ainsi obtenu, est ensuite modifié par la situation réelle du trafic sur le cheminement choisi.

On décrit ci-après un procédé d'aide à la navigation au sol sur un aéroport (ou navigation aéroportuaire) d'un avion aidé, mis en œuvre par le système 1 tel que décrit ci-dessus.

Ce procédé comprend :

- une première étape, mise en œuvre par le dispositif de navigation aéroportuaire 2, consistant à générer un cheminement au sol sur l'aéroport pour l'avion aidé entre une première position et une deuxième position, ledit cheminement comportant une pluralité de segments successifs ;
- une deuxième étape, mise en œuvre par le dispositif de détermination de position 3, consistant à déterminer la position courante au sol dudit avion aidé ;
- une étape de surveillance, mise en œuvre par le dispositif de surveillance du trafic 9, consistant à déterminer, pour des avions autres que ledit avion aidé, dits avions environnants, qui sont situés sur l'aéroport, au moins la position courante et le type de chacun de ces avions environnants ;
- une étape de calcul, mise en œuvre par l'unité de calcul 10, consistant à déterminer, pour chacun des segments du cheminement, au moins une

information de congestion correspondante, en fonction au moins de ladite position et dudit type des avions environnants situés sur ledit segment ; et

5 - une étape d'affichage, mise en œuvre par le dispositif d'affichage 4, consistant à afficher, sur l'écran de visualisation 5, une carte aéroportuaire dudit aéroport et, sur cette carte aéroportuaire, un symbole illustrant la position courante de l'avion aidé et un tracé illustrant ledit cheminement, et à mettre en évidence, sur chaque segment du tracé illustrant le cheminement, l'information de congestion correspondante.

10 On précise ci-après, en référence aux figures 7, 8 et 9, un exemple d'aide à la navigation mis en œuvre par le système 1.

La figure 7 montre une partie d'un aéroport 35 comprenant une infrastructure pourvue de bâtiments 36 et de voies de circulation au sol. Comme voies de circulation au sol, on a représenté, à titre d'illustration, deux voies de roulage 37 et 38 sur lesquelles se trouvent des avions environnants Ai et une piste 39 (d'atterrissage et de décollage). L'avion aidé A0 est situé près des infrastructures d'embarquement de passagers et s'apprête à rejoindre la piste 39 en vue d'un décollage.

20 Sur les figures 8 et 9, on a représenté l'affichage mis en œuvre par le dispositif d'affichage 4 sur l'écran de visualisation 5 de l'avion aidé. La figure 8 correspond à la situation de la figure 7 au début du roulage, et la figure 9 correspond à une situation postérieure au cours du roulage, l'avion aidé (symbole 7) se trouvant sur la voie de roulage 38 représentant un segment SB. Le tracé 8 comprend trois segments rectilignes successifs SA, SB, SC.

25 Le niveau de congestion des segments SA et SC correspond à une absence de congestion. Ce niveau de congestion est mis en évidence sur les figures 8 et 9 par une surface blanche, pouvant correspondre à une couleur particulière sur l'affichage effectivement réalisé.

30 De plus, le niveau de congestion du segment SB correspond à une forte congestion. Ce niveau de congestion est mis en évidence sur les figures 8 et 9 par une surface 40 hachurée mixte, pouvant correspondre, sur

l'affichage effectivement réalisé, à une couleur particulière (par exemple rouge).

5 Le dispositif d'affichage 4 affiche ainsi, dans l'exemple des figures 8 et 9, en plus du tracé 8 illustrant le cheminement T et du symbole 7 illustrant la position courante de l'avion aidé, la prédiction du temps de parcours total TT, la prédiction du temps TR restant à parcourir, ainsi que des zones de congestion (surface 40 du segment SB par exemple).

REVENDICATIONS

1. Procédé d'aide à la navigation au sol sur un aéroport d'un avion, dit avion aidé, ledit procédé comprenant :

- 5 - une première étape, mise en œuvre par un dispositif de navigation aéroportuaire (2) et consistant à générer un cheminement (T) au sol sur l'aéroport (35) pour l'avion aidé (A0) entre une première position (P1) et une deuxième position (P2), ledit cheminement (T) comportant une pluralité de segments (S1, S2, S3, S4) successifs ;
- 10 - une deuxième étape, mise en œuvre par un dispositif de détermination de position (2), et consistant à déterminer la position courante (Pc) au sol dudit avion aidé (A0) ; et
- une étape d'affichage, mise en œuvre par un dispositif d'affichage (4) et consistant à afficher, sur au moins un écran de visualisation (5) dudit avion aidé (A0), une carte aéroportuaire (6) dudit aéroport (35) et, sur cette carte aéroportuaire (6), au moins un symbole (7) illustrant la position courante de l'avion aidé (A0) et un tracé (8) illustrant ledit cheminement (T),
- 15 caractérisé :
- en ce qu'il comprend de plus :
- 20 • une étape de surveillance, mise en œuvre par un dispositif de surveillance du trafic (9) et consistant à déterminer, pour des avions (A1, A2) autres que ledit avion aidé (A0), dits avions environnants, qui sont situés sur l'aéroport (35), au moins la position courante et le type de chacun de ces avions environnants (A1, A2) ; et
- 25 • une étape de calcul, mise en œuvre par une unité de calcul (10) et consistant à déterminer, pour chacun des segments (S1, S2, S3, S4) du cheminement (T), au moins une information de congestion correspondante, en fonction au moins de ladite position et dudit type des avions environnants (A1, A2) situés sur ledit segment ;
- 30 - en ce que ladite étape d'affichage consiste, de plus, à mettre en évidence, sur chaque segment du tracé (8) illustrant le cheminement (T), l'information de congestion correspondante ;
- en ce que l'étape de calcul consiste, pour chaque segment du cheminement :

- à déterminer la vitesse courante de chacun des avions environnants (A1, A2) situés sur le segment (S2) ;
- à calculer une vitesse de référence associée à ce segment (S2), à partir des vitesses courantes de l'ensemble desdits avions environnants (A1, A2) situés sur le segment (S2) ;
- à comparer cette vitesse de référence à une vitesse théorique ; et
- à attribuer audit segment (S2) en fonction de cette comparaison, un niveau de congestion comme information de congestion.

5

10

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que l'étape de calcul consiste, pour chaque segment du cheminement (T) :

- à attribuer, à chaque avion environnant (A1, A2) situé sur le segment (S2), une longueur forfaitaire (L1, L2) dépendant du type dudit avion environnant (A1, A2) ; et

15

- à déterminer comme information de congestion, le cas échéant, un ensemble d'une ou de plusieurs zones d'occupation (Z1, Z2) du segment (S2), une zone d'occupation (Z1, Z2) étant associée à chaque avion environnant (A1, A2) situé sur le segment (S2) et correspondant à la zone couverte par la longueur forfaitaire (L1, L2) attribuée à cet avion environnant (A1, A2), qui est centrée sur la position courante (Pc1, Pc2) dudit avion environnant (A1, A2).

20

3. Procédé selon la revendication 2,

caractérisé en ce que l'étape de calcul consiste, de plus, pour chaque segment du cheminement :

25

- à faire la somme des longueurs forfaitaires (L1, L2) de tous les avions environnants (A1, A2) situés sur le segment (S2) ;

- à comparer cette somme à la longueur (D) du segment (S2) ; et

- à attribuer audit segment (S2) en fonction de cette comparaison, un niveau de congestion comme information de congestion.

30

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce que l'étape de calcul consiste, de plus, à déterminer un temps de parcours dit individuel pour chaque segment, en prenant en compte

une vitesse de référence associée audit segment et la longueur dudit segment.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'étape de calcul consiste à calculer au moins l'un des temps suivants :

- un temps de parcours total (TT), entre lesdites première et deuxième positions (P1, P2) le long dudit cheminement (T) ;
- un temps de parcours restant (TR), entre la position courante (Pc) de l'avion aidé (A0) et ladite deuxième position (P2) le long dudit cheminement (T),

10 ces temps (TT, TR) étant calculés à partir des temps de parcours individuels sur l'ensemble de segments correspondants.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'étape d'affichage consiste à afficher sur l'écran de visualisation (5) au moins une indication de temps (34) relative à au moins l'un des temps suivants :

- le temps de parcours total (TT), entre lesdites première et deuxième positions (P1, P2) le long du cheminement (T) ; et
- le temps de parcours restant (TR), entre la position courante (Pc) de l'avion aidé (A0) et ladite deuxième position (P2) le long du cheminement (T).

20 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, pour chaque segment, la vitesse de référence associée correspond :

- si aucun avion environnant n'est situé sur ce segment, à une vitesse théorique prédéterminée de l'avion aidé (A0) ;
- 25 - si un seul avion environnant est situé sur le segment, à la vitesse courante dudit avion environnant ; et
- si une pluralité d'avions environnants sont situés sur le segment, à une vitesse calculée à partir des vitesses courantes desdits avions environnants.

8. Système d'aide à la navigation au sol sur un aéroport d'un avion, dit avion aidé, ledit système (1) comportant :

- un dispositif de navigation aéroportuaire (2) apte à générer un cheminement (T) au sol sur l'aéroport (35) de l'avion aidé (A0) entre une première position (P1) et une deuxième position (P2), ledit cheminement (T) comportant une pluralité de segments (S1, S2, S3, S4) successifs ;

- un dispositif de détermination de position (3) configuré pour déterminer la position courante (Pc) au sol dudit avion aidé (A0) ; et

- un dispositif d'affichage (4) embarqué sur ledit avion aidé (A0) et configuré pour afficher, sur au moins un écran de visualisation (5) dudit avion aidé (A0),

5 une carte aéroportuaire (6) dudit aéroport (35) et, sur cette carte aéroportuaire (6), au moins un symbole (7) illustrant la position courante (Pc) de l'avion aidé (A0) et un tracé (8) illustrant ledit cheminement (T),

caractérisé :

- en ce qu'il comporte de plus :

10 • un dispositif de surveillance du trafic (9) configuré pour déterminer pour des avions (A1, A2) autres que ledit avion aidé (A0), dits avions environnants, qui sont situés sur l'aéroport (35), au moins la position courante et le type de chacun de ces avions environnants (A1, A2) ; et

15 • une unité de calcul (10) configurée pour déterminer, pour chacun des segments (S1, S2, S3, S4) du cheminement (T), une information de congestion correspondante, en fonction au moins de ladite position et dudit type des avions environnants (A1, A2) situés sur ledit segment ;

20 - en ce que ledit dispositif d'affichage (4) est configuré pour mettre en évidence, sur chaque segment du tracé (8) illustrant le cheminement (T), l'information de congestion correspondante ; et

- en ce que l'unité de calcul (10) est configurée, pour chaque segment du cheminement :

25 • pour déterminer la vitesse courante de chacun des avions environnants (A1, A2) situés sur le segment (S2) ;

• pour calculer une vitesse de référence associée à ce segment (S2), à partir des vitesses courantes de l'ensemble desdits avions environnants (A1, A2) situés sur le segment (S2) ;

30 • pour comparer cette vitesse de référence à une vitesse théorique ; et

• pour attribuer audit segment (S2) en fonction de cette comparaison, un niveau de congestion comme information de congestion.

9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'unité de calcul (10) est configurée pour déterminer comme information de congestion, pour chaque segment du cheminement (T), le cas échéant, un ensemble d'une ou de plusieurs zones d'occupation (Z1, Z2) du segment (T), une zone d'occupation (Z1, Z2) étant associée à chaque avion environnant (A1, A2) situé sur le segment (S2) et correspondant à la zone couverte par une longueur forfaitaire (L1, L2) attribuée cet avion environnant (A1, A2), qui est centrée sur la position courante (Pc1, Pc2) dudit avion environnant (A1, A2), la longueur forfaitaire (L1, L2) dépendant du type dudit avion environnant (A1, A2).

10. Système selon l'une des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que l'unité de calcul (10) est configurée pour, de plus, pour chaque segment du cheminement :

- faire la somme des longueurs forfaitaires (L1, L2) de tous les avions environnants (A1, A2) situés sur le segment (S2) ;
- comparer cette somme à la longueur (D) du segment (S2) ; et
- attribuer audit segment en fonction de cette comparaison, un niveau de congestion comme information de congestion.

11. Système selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que l'unité de calcul (10) est configurée pour déterminer un temps de parcours dit individuel sur chaque segment, en prenant en compte une vitesse de référence associée audit segment et la longueur dudit segment, et pour calculer au moins l'un des temps suivants :

- un temps de parcours total (TT), entre lesdites première et deuxième positions (P1, P2) le long dudit cheminement (T) ;
- un temps de parcours restant (TR), entre la position courante (Pc) de l'avion aidé (A0) et ladite deuxième (P2) position le long dudit cheminement (T), ces temps (TT, TR) étant calculés à partir des temps de parcours individuels sur l'ensemble de segments correspondants.

12. Système selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que le dispositif de navigation aéroportuaire (2), le dispositif de détermination de position (3), le dispositif de surveillance du trafic (9) et l'unité de calcul (10) sont embarqués sur ledit avion aidé (A0).

13. Système selon l'une quelconque des revendications 8 à 11,

caractérisé en ce qu'au moins l'unité de calcul (10) dudit système (1) est logée dans un dispositif externe à l'avion aidé (A0), et en ce que ledit système (1) comporte, de plus, une liaison de transmission de données (14) reliant au moins ladite unité de calcul (10) audit dispositif d'affichage (4) embarqué sur
5 l'avion aidé (A0).

14. Système selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce qu'au moins ledit dispositif de navigation aéroportuaire fait partie d'un dispositif électronique portatif.

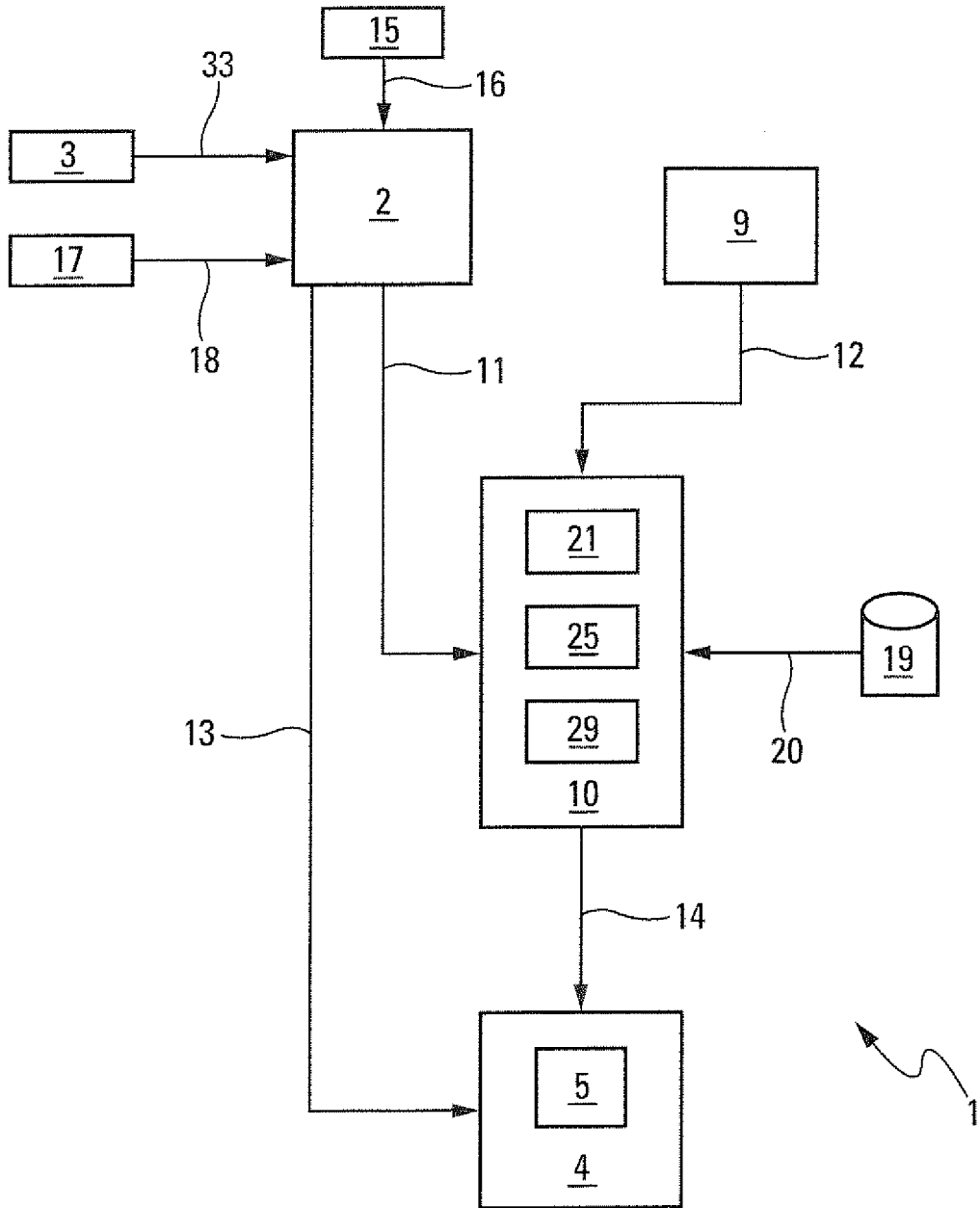


Fig. 1

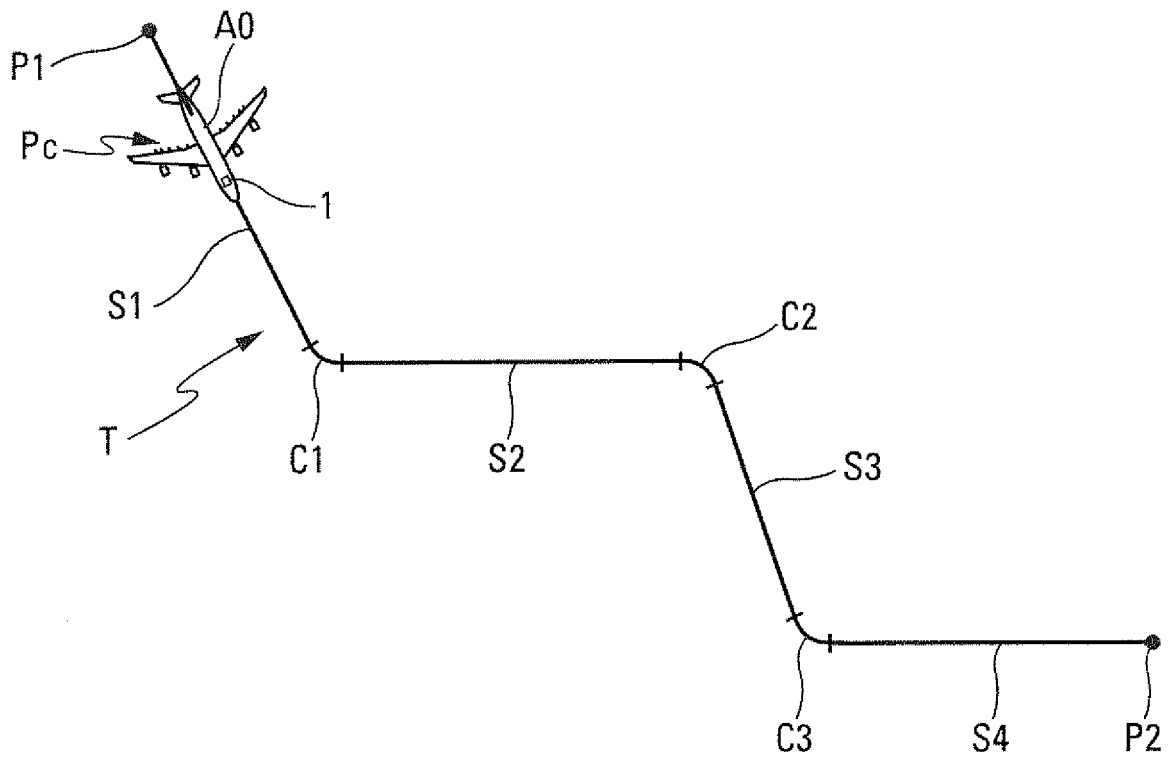


Fig. 2

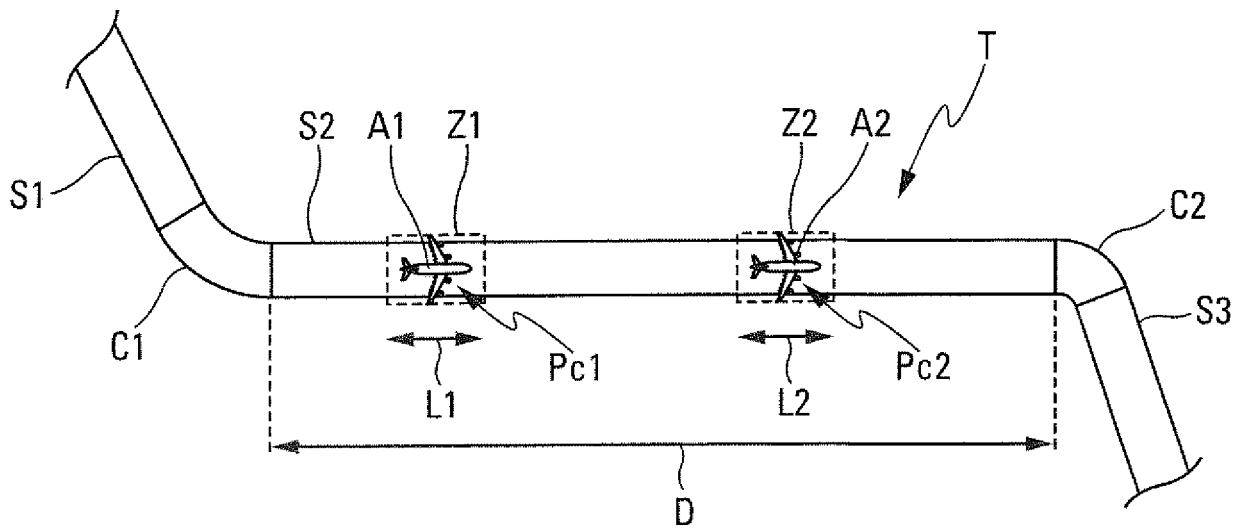


Fig. 3

3/6

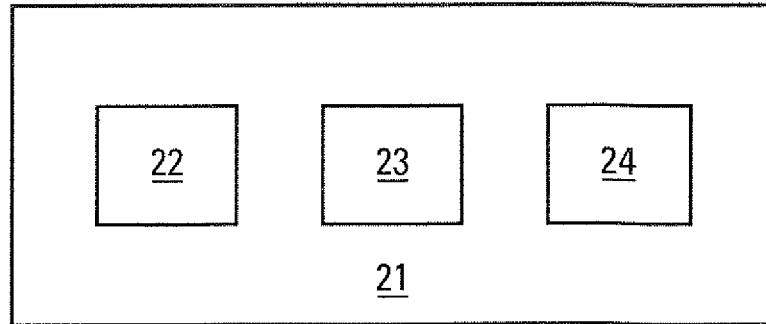


Fig. 4

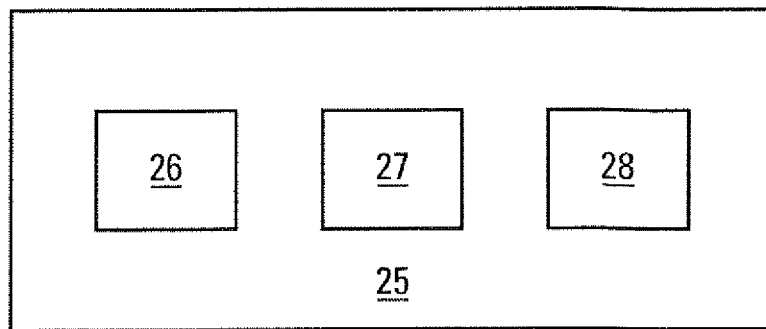


Fig. 5

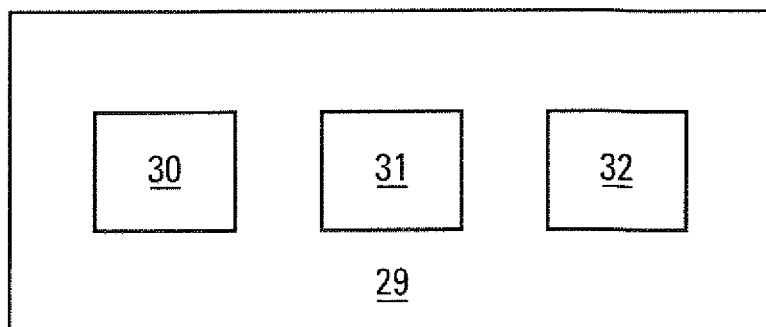


Fig. 6

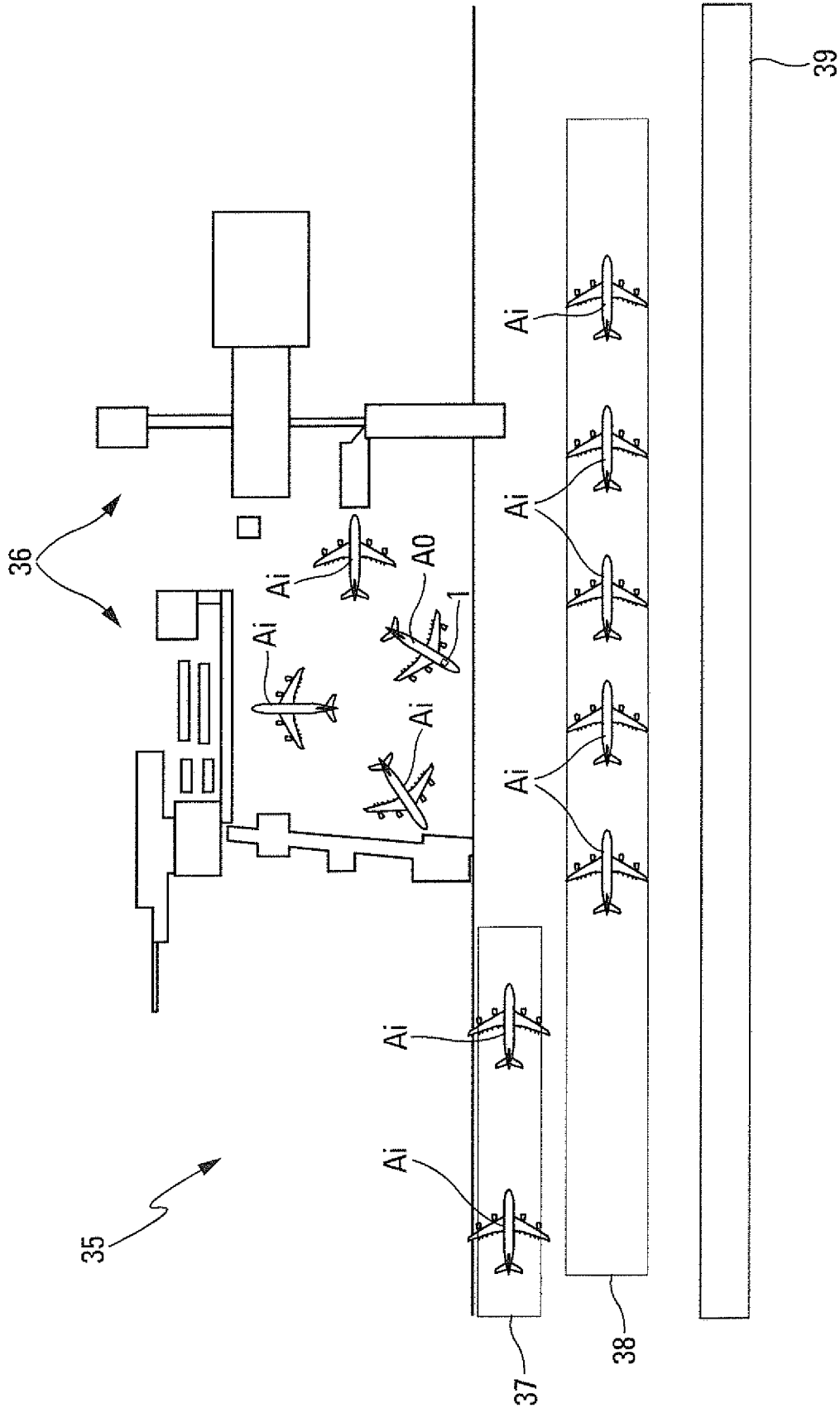


Fig. 7

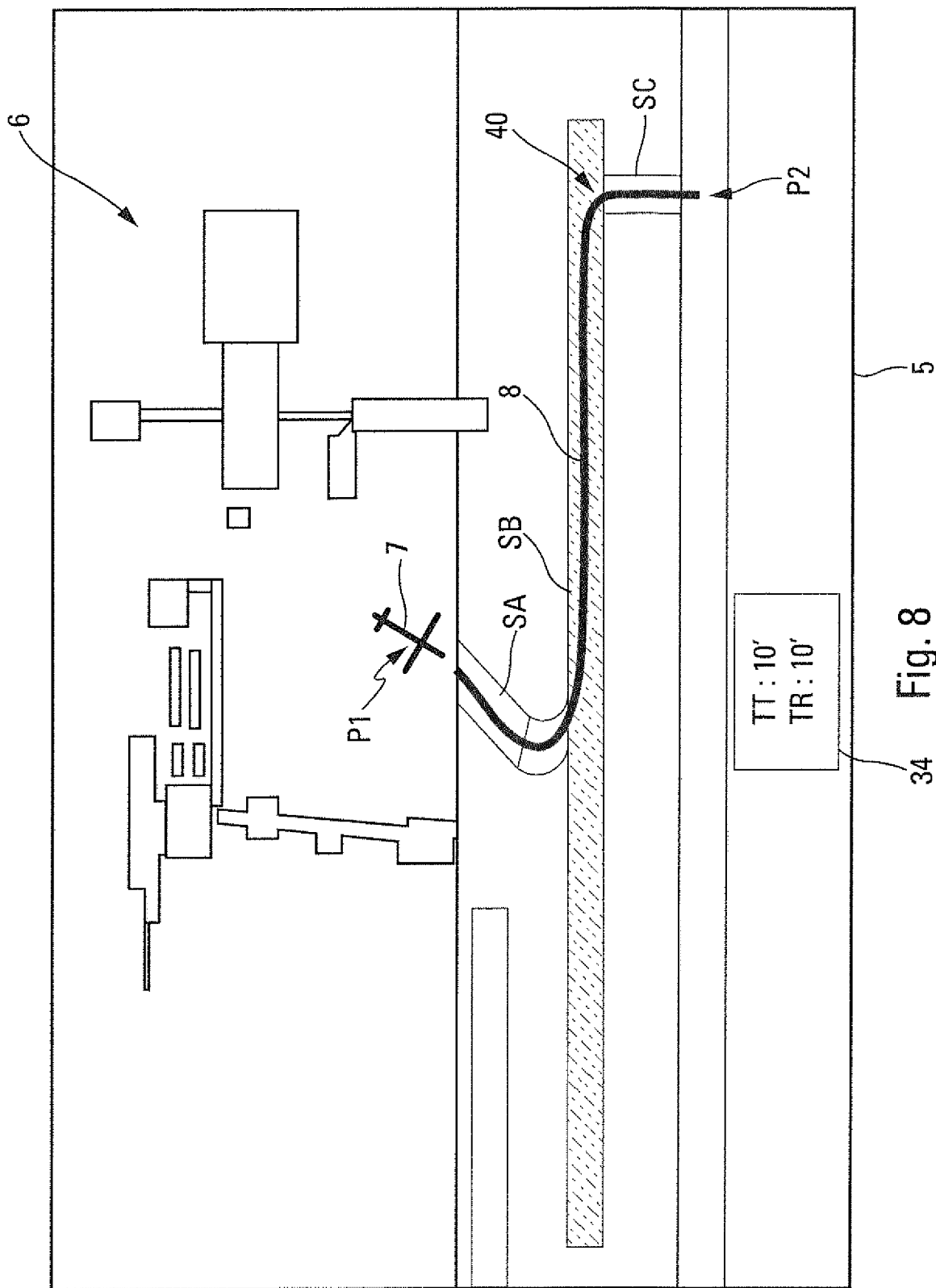
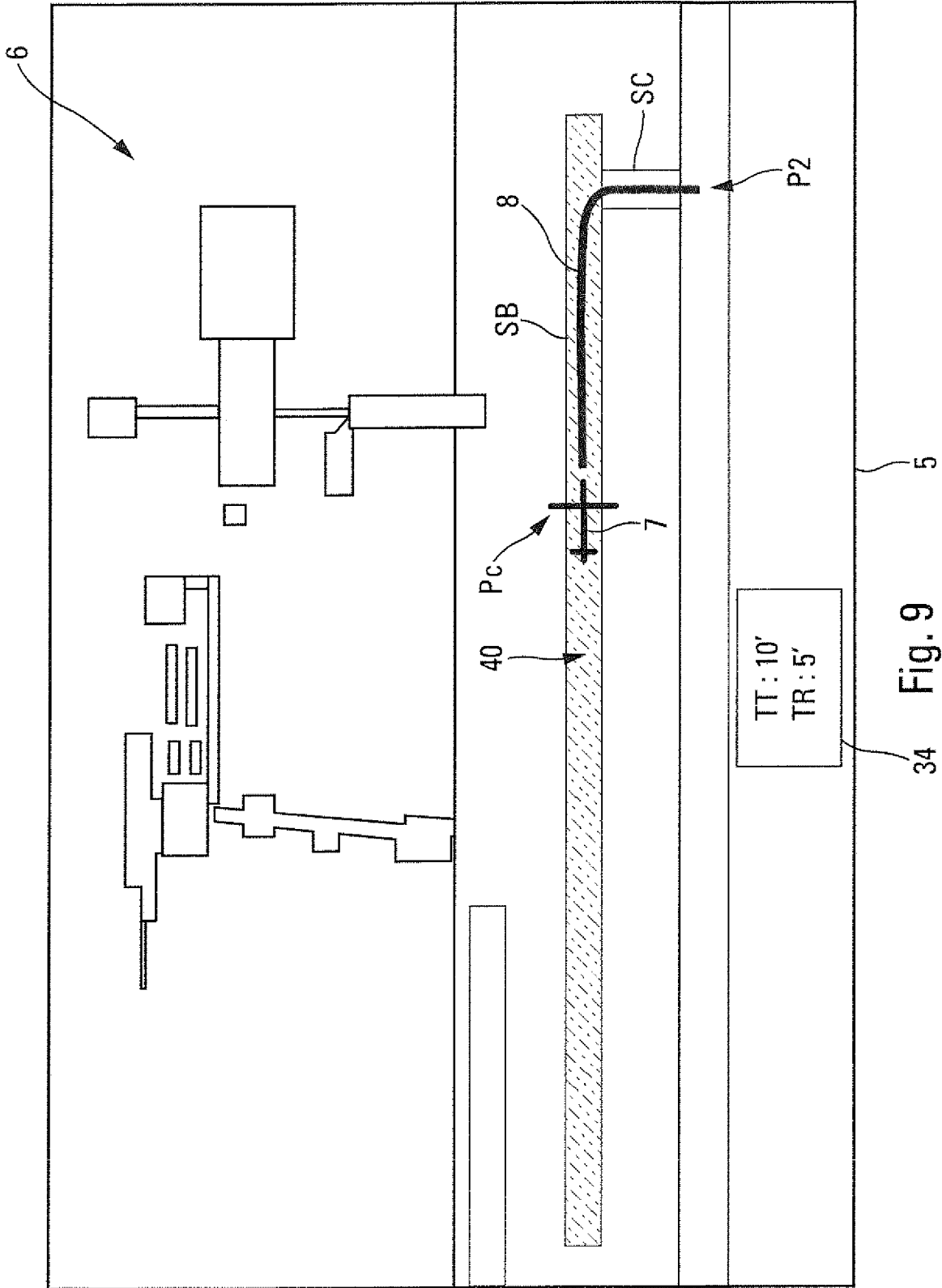


Fig. 8



34 Fig. 9

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

NEANT

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

US 7 796 055 B2 (BOEING CO [US]) 14 septembre 2010 (2010-09-14)

US 2016/052641 A1 (OLOFINBOBA OLUKAYODE [US] ET AL) 25 février 2016 (2016-02-25)

US 2015/298817 A1 (JACKSON P; NURARO J; NUTARO J) 22 octobre 2015 (2015-10-22)

US 2017/032687 A1 (LAMKIN ANDREW [US] ET AL) 2 février 2017 (2017-02-02)

US 8 296 060 B2 (AIRBUS FRANCE) 23 octobre 2012 (2012-10-23)

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

NEANT