



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2008/02/26

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2008/08/27

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2011/11/22

(30) Priorité/Priority: 2007/02/27 (FR07 01410)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B64C 25/50* (2006.01),
B64C 25/34 (2006.01)

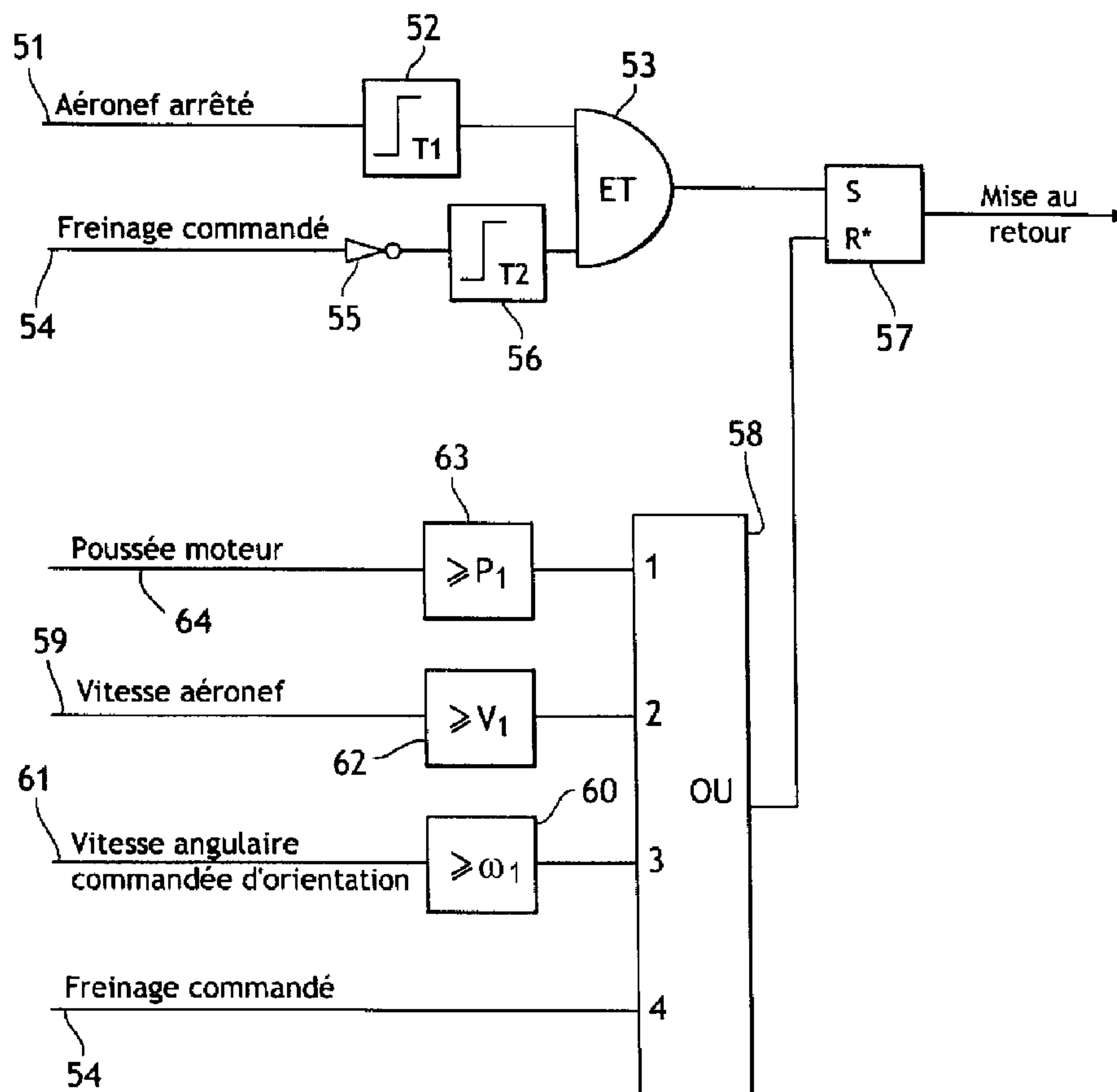
(72) Inventeur/Inventor:
FRANK, DAVID, FR

(73) Propriétaire/Owner:
MESSIER-BUGATTI, FR

(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

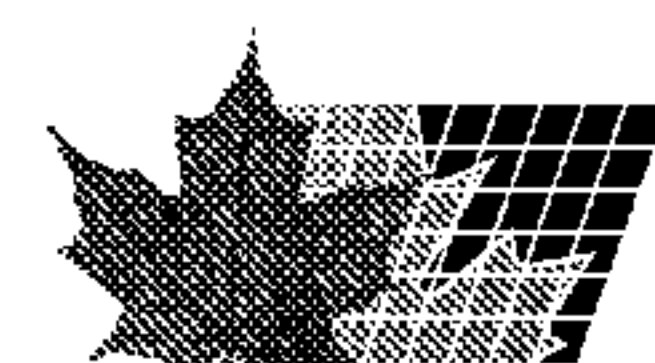
(54) Titre : PROCÉDE DE GESTION DE LA COMMANDE D'ORIENTATION AU SOL D'UN AERONEF

(54) Title: PROCESS FOR MANAGING THE ATTITUDE CONTROL OF AN AIRCRAFT



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un procédé de gestion de la commande d'orientation d'un atterrisseur d'aéronef pourvu d'au moins une roue orientable par la commande d'orientation, comprenant les étapes de: - surveiller un ou plusieurs paramètres de roulage de



(57) **Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

l'aéronef pour déterminer si l'aéronef entre dans une situation de remorquage, - placer la commande d'orientation dans un mode de libre orientation de la roue orientable si l'aéronef entre dans une situation de remorquage ; - activer la commande d'orientation de sorte que la roue orientable ait une orientation angulaire contrôlée par la commande d'orientation si l'aéronef sort de la situation de remorquage. Figure 3.

PRECIS DE DIVULGATION

L'invention concerne un procédé de gestion de la commande d'orientation d'un atterrisseur d'aéronef pourvu d'au moins une roue orientable par la commande d'orientation, comprenant les étapes de:

- surveiller un ou plusieurs paramètres de roulage de l'aéronef pour déterminer si l'aéronef entre dans une situation de remorquage,
- placer la commande d'orientation dans un mode de libre orientation de la roue orientable si l'aéronef entre dans une situation de remorquage ;
- activer la commande d'orientation de sorte que la roue orientable ait une orientation angulaire contrôlée par la commande d'orientation si l'aéronef sort de la situation de remorquage.

Figure 3.

L'invention concerne un procédé de gestion de la commande d'orientation au sol d'un aéronef.

ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION

5 Sur les aéroports, les aéronefs sont souvent remorqués par des tracteurs, notamment à proximité des aéro-
rogares. A cet effet, il est connu de relier un aéronef à
un tracteur au moyen d'une barre accrochée à un point
d'attache situé sur l'atterrisseur auxiliaire de
l'aéronef, plus précisément sur la partie inférieure de
10 celui-ci qui porte la ou les roues. Il est également
connu de tracter l'aéronef au moyen d'un tracteur spécialement
adapté à remorquer l'aéronef directement par les
roues de l'atterrisseur auxiliaire. Pour permettre à la
partie inférieure de l'atterrisseur de s'orienter sous
15 l'effet des mouvements imposés par le tracteur, il importe
de désolidariser en rotation cette partie inférieure
du reste de l'aéronef.

Cette désolidarisation peut être obtenue en désolidarisant les branches du compas d'orientation reliant
20 la partie inférieure à l'organe d'orientation des roues
dont la fonction est d'orienter la ou les roues en réponse
à un ordre d'orientation donné par le pilote. Cette
méthode présente l'inconvénient de nécessiter
l'intervention au plus près de l'atterrisseur auxiliaire
25 d'un opérateur au sol, ce qui peut se révéler dangereux
si le pilote active l'organe d'orientation de façon in-
tempestive. En outre, il est parfois difficile de raccor-
der les branches du compas d'orientation entre elles
lorsque le remorquage est terminé. De plus, l'opérateur
30 au sol peut oublier de raccorder les branches du compas
d'orientation à la fin du remorquage.

On peut également obtenir cette désolidarisation
en désactivant la commande d'orientation, c'est-à-dire en
plaçant la commande d'orientation dans un mode de libre
35 orientation dans laquelle l'organe d'orientation devient

passif et laisse libre une rotation de la partie inférieure de l'atterrisseur, ce qui évite de séparer les branches du compas d'orientation. Dans ce dernier cas, l'atterrisseur auxiliaire est en général équipé d'un levier de neutralisation qui est manœuvré par un opérateur au sol pour placer la commande d'orientation en mode de libre orientation. Là encore, l'opérateur doit s'approcher au plus près de l'atterrisseur auxiliaire pour manœuvrer le levier de neutralisation. En outre, le levier est porté par un organe de neutralisation disposé sur l'atterrisseur auxiliaire dans une zone exposée soumise aux intempéries et aux vibrations, qui peuvent conduire à une défaillance du levier ou du contacteur associé. Il se peut dès lors que le remorquage soit effectué alors que la commande d'orientation n'a pas été placée en mode de libre orientation, de sorte que la commande d'orientation non neutralisée tente de contrer toute orientation des roues provoquée par le tracteur remorquant l'aéronef pour maintenir les roues dans l'orientation commandée par la commande d'orientation, ce qui peut conduire à une détérioration de la barre de remorquage et de son attache sur l'atterrisseur auxiliaire, et en tout cas à une fatigue inutile de l'organe d'orientation. En outre, l'opérateur peut tout simplement oublier de manœuvrer la commande de neutralisation, ce qui peut conduire aux mêmes inconvénients.

Pour palier ces inconvénients, on a pensé à placer le levier de neutralisation à l'abri, c'est-à-dire directement dans le cockpit de l'aéronef. Ainsi, le pilote lui-même manœuvre le levier de neutralisation pour placer l'organe d'orientation en mode de libre orientation en vue de permettre le remorquage de l'aéronef. Mais le pilote peut également oublier de manœuvrer le levier de neutralisation, ce qui conduit aux mêmes inconvénients. En outre, lorsque le pilote n'est pas dans l'aé-

ronef, un deuxième opérateur doit s'installer aux commandes pour manœuvrer le levier, ce qui n'est pas pratique.

OBJET DE L'INVENTION

5 L'invention vise à offrir une autre solution permettant d'éviter les inconvénients précités.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

10 En vue de la réalisation de ce but, on propose un procédé de gestion de la commande d'orientation d'au moins une roue orientable d'atterrisseur d'aéronef, consistant à

- surveiller au moins un paramètre de roulage de l'aéronef pour déterminer si l'aéronef entre dans une situation de remorquage ou sort d'une situation de remorquage,

15 - placer automatiquement la commande d'orientation dans un mode de libre rotation si l'aéronef entre dans une situation de remorquage ;

- réactiver automatiquement la commande d'orientation si l'aéronef sort de la situation de remorquage.

20 Ainsi, la commande d'orientation est automatiquement placée en mode de libre orientation, lorsqu'une situation de remorquage est reconnue, de sorte que si un remorquage est effectué, celui-ci peut être réalisé sans risque de détérioration de la commande d'orientation. La
25 commande est alors automatiquement réactivée dans que l'aéronef quitte la situation de remorquage, de sorte que le pilote est assuré de disposer de la commande d'orientation lors des manoeuvres de roulage de l'aéronef.

30 Le procédé permet ainsi de supprimer le levier et tous les inconvénients liés à l'utilisation du levier: manque de fiabilité, possibilité d'oubli de la part de l'opérateur... Ce procédé permet en outre d'éviter toute intervention de l'opérateur sur l'atterrisseur lui-même autre que l'éventuel accrochage de la barre de remorquage, ce qui est un gage de sécurité.
35

Selon un premier mode de mise en œuvre, la situation de remorquage correspond à une situation de remorquage potentiel dans laquelle l'aéronef est susceptible d'être remorqué. De préférence, cette situation correspond à la détection de l'événement suivant : l'aéronef est à l'arrêt depuis un certain temps, et aucun freinage n'est commandé depuis un certain temps.

Selon un aspect particulier de l'invention, la commande d'orientation est réactivée en réponse à la détection d'un événement signalant la fin de la situation de remorquage, et de préférence lors de la survenance d'au moins l'un des événements suivants:

- la poussée des moteurs est supérieure à un seuil prédéterminé;
- la vitesse de déplacement de l'aéronef est supérieure à un seuil prédéterminé;
- la vitesse angulaire commandée d'orientation est supérieure à un seuil prédéterminé;
- un freinage est commandé.

Ainsi, la commande d'orientation est réactivée de façon automatique dès qu'un événement signalant la fin de la situation de remorquage est détecté, de sorte que le pilote est assuré de retrouver toute autorité sur la commande d'orientation.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit en référence aux figures des dessins annexés parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue d'un atterrisseur auxiliaire auquel une barre de remorquage a été attachée ;
- la figure 2 est un schéma hydraulique d'une commande d'orientation hydraulique équipant l'atterrisseur de la figure 1;
- la figure 3 est un schéma d'une logique de passage de la commande d'orientation en mode de libre orien-

tation selon un premier mode de mise en œuvre du procédé de l'invention ;

- la figure 4 est une autre variante de la logique de la figure 3;

5 - la figure 5 est un schéma d'une logique de passage de la commande d'orientation en mode de libre orientation selon un deuxième mode de mise en œuvre du procédé de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

10 En référence à la figure 1, un atterrisseur auxiliaire d'aéronef comporte un caisson 1 relié directement à la structure de l'aéronef et dans lequel une tige est montée pour coulisser télescopiquement et former avec le caisson un amortisseur. La tige porte en partie basse
15 deux roues. Le caisson comporte un organe d'orientation comportant un collier monté tournant autour du caisson et manœuvré par des vérins d'orientation. Le collier est relié à la tige par un compas d'orientation comportant deux branches articulées de sorte que la position angulaire de la tige est déterminée par la position angulaire
20 du collier. Pour orienter les roues, il suffit de commander les vérins d'orientation pour faire tourner le collier, qui entraîne en rotation la tige par l'intermédiaire du compas d'orientation. Pour commander
25 les vérins d'orientation, l'aéronef est pourvu d'un circuit hydraulique d'alimentation des vérins illustré à la figure qui, en réponse à un ordre du pilote, alimente sélectivement les vérins d'orientation pour faire tourner le collier et ainsi orienter les roues.

30 Le circuit hydraulique comporte un bloc hydraulique, figuré symboliquement en pointillé, qui est connecté à une ligne de pression et à une ligne de retour du circuit hydraulique de l'aéronef via une vanne commandée par un calculateur. Le bloc hydraulique comporte quatre ports
35 de sortie, couplés deux par deux, pour alimenter sélecti-

vement les quatre chambres des deux vérins d'orientation via des vannes rotatives. Le bloc hydraulique comporte une servovalve qui est commandée par le calculateur pour distribuer la pression dans les vérins d'orientation en
5 réponse à un ordre d'orientation du pilote. Deux des ports de sortie du bloc hydraulique sont associés à une première sortie de la servovalve, et les deux autres ports sont associés à une deuxième sortie de la servovalve.

10 Le bloc hydraulique comporte des clapets de court-circuit pour mettre les sorties en court-circuit lorsque le bloc hydraulique n'est pas alimenté (c'est-à-dire lorsque la vanne est en position de mise au retour). La mise en court-circuit permet, lors d'une orientation
15 forcée des roues, par exemple lors d'un remorquage, le transfert de fluide hydraulique des chambres des vérins dont le volume diminue vers les chambres des vérins dont le volume augmente. Le différentiel de volume est absorbé par un accumulateur relié à un point central entre les
20 clapets de court-circuit.

Les clapets de court-circuit sont commandés hydrauliquement (voir la ligne en pointillés courts) pour être fermés lorsque le bloc hydraulique est mis sous pression, de sorte que les deux sorties sont alors iso-
25 lées. Pour compenser les différentiels de volume de fluide hydraulique, il est prévu d'alimenter l'une ou l'autre des sorties par l'accumulateur via des clapets anti-retour. Par ailleurs, des clapets de surpression permettent de diriger un surplus de fluide hydraulique
30 provenant des vérins par l'une ou l'autre des sorties vers l'accumulateur.

Pour garder l'accumulateur sous pression et éviter qu'il ne se vide vers le retour, le bloc hydraulique comporte un clapet taré placé sur la ligne de retour du
35 bloc hydraulique. Ce clapet taré permet en outre de main-

tenir l'ensemble du bloc hydraulique et des vérins la pression de tarage, supérieure à la pression de retour, ce qui évite toute cavitation dans le bloc hydraulique et dans les vérins. Lorsque le bloc hydraulique est sous
5 pression, une ligne d'alimentation permet, via un restricteur, de regonfler l'accumulateur au cas où celui-ci se serait partiellement vidé.

Tout ceci est bien connu et est rappelé pour situer le contexte de l'invention.

10 L'invention vise à mettre la commande d'orientation en mode de libre orientation en réponse à la détection par le calculateur d'une situation de remorquage dans laquelle l'aéronef est remorqué ou est susceptible d'être remorqué, et de réactiver la commande
15 d'orientation lorsque l'aéronef quitte ou n'est pas dans la situation de remorquage. Une telle situation est détectée en surveillant un ou plusieurs paramètres de roulage (en pratique des signaux pouvant être combinés selon une logique prédéterminée), tels que la vitesse de
20 l'aéronef, la commande d'un freinage, la vitesse angulaire d'orientation des roues...

En l'occurrence, ici, la libre orientation peut être obtenue par au moins l'un des deux moyens suivants:

- le calculateur commande la vanne pour la placer
25 en position de mise au retour. Le bloc hydraulique n'est plus soumis à la pression de l'aéronef, et les clapets de court-circuit se placent en position de court-circuit. Lorsque l'aéronef est remorqué, ce qui peut conduire à une rotation forcée du collier, un transfert de fluide
30 entre les chambres des vérins dont le volume diminue et les chambres des vérins dont le volume augmente se met en place via les clapets de court-circuit, le différentiel de volume étant stocké ou délivré par l'accumulateur. Ce moyen sera dénommé ci-après mise au retour du bloc hy-
35 draulique d'orientation;

- ou encore, le calculateur commande la servovalve pour rester en position neutre quelque soit l'ordre d'orientation provenant du pilote. La vanne reste en position de mise sous pression, de sorte que le bloc hydraulique reste alimenté et les clapets de court-circuit restent fermés. Cependant, lorsque l'aéronef est remorqué, ce qui peut conduire à une rotation forcée du collier, un transfert de fluide entre les chambres des vérins dont le volume diminue et les chambres des vérins dont le volume augmente se met en place via les clapets anti-retour et les clapets de surpression, le différentiel de volume étant stocké ou délivré par l'accumulateur. Selon une disposition particulière, si la servovalve est du type à découverture, les transferts de fluides se font en partie au moins par les joints existant entre le tiroir de la servovalve et sa chemise lorsque le tiroir est maintenu en position neutre, ce qui évite de monter en pression dans le bloc hydraulique et de solliciter les clapets de surpression. La neutralisation de la servovalve permet donc la libre orientation des roues. Ce moyen sera dénommé ci-après neutralisation de la servovalve.

Eventuellement, les deux moyens peuvent être utilisés simultanément.

Conformément à un premier mode de mise en œuvre du procédé de l'invention illustré à la figure 3, le calculateur surveille un signal d'arrêt de l'aéronef qui vaut 1 si l'aéronef est à l'arrêt (ou à une vitesse résiduelle très petite), et 0 si l'aéronef est en mouvement. Le signal d'arrêt est fourni à un confirmateur à front montant dont la sortie passe à 1 lorsque le signal d'arrêt est resté à 1 pendant un temps T_1 , de l'ordre de quelques secondes. La sortie du confirmateur à front montant est fournie à une première porte.

Par ailleurs, le calculateur surveille un signal

de freinage commandé, par exemple l'appui du pilote sur le palonnier, ou tout autre consigne de freinage provenant par exemple du calculateur de freinage de l'aéronef. Le signal de freinage vaut 1 si un freinage est commandé.

5 Le signal de freinage est transmis à un inverseur, puis la sortie de l'inverseur est transmise à un confirmateur à front montant. Ainsi, lorsque le freinage cesse d'être commandé, le signal de freinage passe à 0. La sortie de l'inverseur passe à 1, tandis que la sortie du confirma-
10 teur à front montant ne passe à 1 qu'au bout d'un temps T_2 , de l'ordre de quelques secondes, pendant lequel l'entrée du confirmateur à front montant a été maintenue à 1. La sortie du confirmateur à front montant forme la deuxième entrée de la porte.

15 La sortie de la première porte forme la première entrée d'une bascule. La sortie de la bascule passe à 1 lorsque la première entrée passe à 1, et la sortie de la bascule reste à 1 quelque soit la valeur ultérieure de l'entrée. Le passage à 1 de la sortie de la bascule si-
20 gnifie que l'aéronef entre dans une situation potentielle de remorquage (aéronef arrêté depuis un certain temps, freins relâchés depuis un certain temps). Le passage à 1 de la sortie de la bascule provoque alors la mise au retour du bloc hydraulique, de sorte qu'un remorquage
25 puisse être éventuellement effectué sans que la commande d'orientation tente de contrer l'orientation forcée des roues par l'effet du remorquage.

La sortie de la situation de remorquage, c'est-à-dire la réactivation de la commande d'orientation, est
30 effectuée en réponse à la détection d'un événement signalant que l'aéronef n'est manifestement plus dans la situation de remorquage. Pour ce faire, on utilise la deuxième entrée de la bascule, dont le passage à 1 provo-
que la remise à 0 de la sortie de la bascule, ce qui a
35 pour effet de remettre la vanne en position d'alimenta-

tion du bloc hydraulique.

Ici, on a choisi de surveiller quatre évènements particuliers:

- 5 - une commande de poussée moteurs au delà d'un seuil P1;
- une vitesse de déplacement l'aéronef au delà d'un seuil V1;
- une vitesse commandée d'orientation supérieure à un seuil $\omega 1$;
- 10 - la survenance d'un ordre de freinage.

En pratique, la deuxième entrée de la bascule est formée par la sortie d'une porte dont les quatre entrées sont les suivantes:

1. la sortie d'un comparateur qui compare le signal de poussée moteurs à un seuil de poussée P1 et qui renvoie une sortie égale à 1 si la poussée moteur est supérieure au seuil P1. Le seuil de poussée P1 est choisi légèrement supérieur à la poussée de ralenti moteur;

15

2. la sortie d'un comparateur qui compare le signal de vitesse de déplacement de l'aéronef à un seuil de vitesse V1 et renvoie une sortie égale à 1 si la vitesse de déplacement de l'aéronef est supérieure ou égale au seuil de vitesse V1. Le seuil V1 est en pratique choisi comme étant égal à la vitesse maximale de remorquage autorisée.

20

25

3. la sortie d'un comparateur qui compare un signal de vitesse angulaire commandée d'orientation à un seuil $\omega 1$ et renvoie une sortie égale à 1 si la vitesse angulaire commandée d'orientation est supérieure au seuil $\omega 1$, c'est-à-dire si le pilote via son volant ou le palonnier, ou le calculateur lui-même, a commandé un angle d'orientation de façon telle que la vitesse angulaire de rotation demandée est supérieure au seuil $\omega 1$. Le seuil $\omega 1$ est choisi en pratique faible, mais de préférence non nul, pour tenir compte d'un bruit résiduel affectant le

30

35

signal. Bien évidemment, le signal de vitesse angulaire commandée d'orientation est un signal de vitesse absolue, ne tenant pas compte du sens de l'orientation commandée par le pilote;

5 4. le signal de freinage commandé.

 Lorsque l'une des entrées de la porte passe à 1, alors sa sortie passe à 1, ce qui a pour effet de réinitialiser la sortie de la bascule. La vanne est alors remise en position d'alimentation. La commande d'orientation est réactivée.

10

 Ainsi, en surveillant un ou plusieurs paramètres de roulage de l'aéronef, le calculateur détecte une situation dans laquelle l'aéronef est susceptible d'être remorqué, et place la commande d'orientation dans le mode de libre orientation en réponse à cette détection de sorte qu'un remorquage puisse être effectivement réalisé sans risque de détérioration. La réactivation de la commande d'orientation est effectuée dès que le calculateur reconnaît un événement indiquant que l'aéronef est manifestement sorti de la situation potentielle de remorquage.

15

20

 Selon une variante illustrée à la figure 4, on ne commande la mise au retour du bloc hydraulique que si l'on a détecté qu'un remorquage est effectivement en train d'être réalisé. Selon ce mode de mise en œuvre, on neutralise la servovalve en réponse à la détection de la survenance de la situation potentielle de remorquage, et on met le bloc hydraulique au retour uniquement si l'on a détecté qu'un remorquage est en train d'être effectué. On évite ainsi des chutes de pression et des remises en pression qui fatiguent inutilement le bloc hydraulique et ses composants, ainsi que des actionnements inutiles de la vanne.

25

30

 Pour ce faire, on réutilise entièrement la logique de la figure 3. Sur la figure 4, cette logique n'a

35

pas été reprise en détail, mais on reconnaît la bascule et la porte, dont les entrées respectives sont strictement identiques à celles illustrées à la figure 3.

5 Ici, cependant, la sortie de la bascule provoque non plus la mise au retour du bloc hydraulique, mais, comme annoncé, la neutralisation de la servovalve.

Pour commander la mise au retour du bloc hydraulique, on utilise la sortie de la bascule qui forme l'une des entrées d'une deuxième porte.

10 L'autre des entrées de la porte est constituée par le signal suivant. Le calculateur surveille le signal de vitesse angulaire effective d'orientation (il convient de ne pas confondre ce signal de vitesse angulaire effective d'orientation qui est la vitesse angulaire à laquelle le collier tourne sur le caisson en réponse soit à
15 un ordre d'orientation soit à une orientation imposée par le tracteur, et le signal de vitesse angulaire commandée d'orientation, qui est la vitesse demandée ou déduite de l'ordre d'orientation donné par le pilote ou par le calculateur). Le signal de vitesse angulaire effective d'orientation est fourni à un comparateur qui compare la vitesse angulaire effective d'orientation à un seuil ω_2 et fournit une sortie égale à 1 si la vitesse angulaire effective d'orientation est supérieure à ce seuil. Bien
20 évidemment, on parle ici d'un signal absolu de vitesse angulaire effective d'orientation, ne tenant pas compte du sens d'orientation effectif.

La sortie du comparateur forme la deuxième entrée de la porte. Lorsque la vitesse angulaire effective d'orientation est plus grande que le seuil ω_2 , la
30 deuxième entrée de la deuxième porte passe à 1, ce qui constitue, avec le fait qu'aucune orientation n'est commandée (entrée de la porte), le signe qu'un remorquage est en train d'être effectué. Dans la mesure où la première entrée de la deuxième porte est toujours à 1, la
35

sortie de la deuxième porte passe alors à 1.

La sortie de la porte forme maintenant l'entrée S d'une deuxième bascule. La sortie de la deuxième bascule passe à 1 lorsque la sortie de la porte passe à 1 et y reste même si la sortie de la porte passe à 0. C'est maintenant la sortie de la bascule qui provoque la mise au retour du bloc hydraulique. La sortie de la bascule est réinitialisée lorsque sa deuxième entrée passe à 1. On constate ici que l'entrée de la deuxième bascule est constituée par le même signal que l'entrée de la première bascule, à savoir la sortie de la porte.

Ainsi, dans un premier temps, lorsqu'une situation potentielle de remorquage est détectée, on se contente de neutraliser la servovalve, ce qui permet un éventuel remorquage en toute sécurité. Si aucun remorquage n'est effectué, et si l'un des événements marquant la fin de la situation potentielle de remorquage intervient, alors la servovalve est réactivée, ce qui ne demande qu'un temps minimal. Le pilote retrouve donc une commande d'orientation activée très rapidement lorsqu'il quitte la situation potentielle de remorquage. En outre, le bloc hydraulique est resté sous pression et n'a de ce fait pas subi de baisse de pression et de remise en pression pouvant nuire à sa tenue en fatigue. Ce n'est que si le remorquage est effectivement réalisé, ce qui est signalé par la détection d'un signal de vitesse angulaire de rotation effective du collier, alors qu'aucune orientation n'est commandée (entrée de la porte), que l'on place le bloc hydraulique au retour.

Le bloc hydraulique étant mis au retour, une activation intempestive de la servovalve en cours de remorquage n'aurait aucun effet puisque le bloc hydraulique n'est plus sous pression. Cette mise au retour du bloc hydraulique assure une sécurité supplémentaire.

L'invention peut également être mise en œuvre se-

lon une autre logique illustrée à la figure 5. On y reconnaît la bascule similaire à la bascule des logiques précédentes. Cependant, la première entrée S de la bascule est constituée directement du signal d'aéronef arrêté, traité par le confirmateur à front montant. La deuxième entrée de la bascule est, comme dans les logiques précédentes, constituée par la sortie de la porte, qui comporte exactement les mêmes entrées.

La sortie de la bascule est fournie à une porte similaire à la porte de la figure 4, si ce n'est que sa deuxième entrée est maintenant constituée de la sortie d'une porte auxiliaire, dont les deux entrées sont les suivantes:

1. le signal de vitesse angulaire commandée d'orientation est soumis à un comparateur qui compare la vitesse angulaire commandée d'orientation au seuil ω_1 . La sortie du comparateur est fournie à un inverseur, et la sortie de l'inverseur est fournie à un confirmateur à front montant (dont le délai tient compte de la dynamique de la commande d'orientation), dont la sortie forme la première entrée de la porte auxiliaire;

2. le signal de vitesse angulaire effective d'orientation est soumis à un comparateur qui compare la vitesse angulaire effective d'orientation au seuil ω_2 . La sortie du comparateur forme la deuxième entrée de la porte auxiliaire.

Comme auparavant, les signaux de vitesse angulaire effective ou commandée d'orientation sont considérés ici en valeur absolue.

La sortie de la porte forme alors l'entrée de la deuxième bascule, comme sur la figure 5. La deuxième entrée de la deuxième bascule est, comme auparavant, constituée de la sortie de la porte. Le passage de la sortie de la deuxième bascule à 1 provoque la mise de la commande d'orientation en mode de libre orientation, ici par

mise au retour du bloc hydraulique.

Le fonctionnement de cette logique est le suivant. Lorsque l'aéronef est arrêté depuis un temps T_1 , la sortie de la bascule passe à 1. L'aéronef est alors dans une situation intermédiaire dans laquelle il pourrait être remorqué. Cependant, on a choisi ici de ne pas placer la commande d'orientation en mode de libre orientation en réponse à la détection du simple arrêt de l'aéronef. En effet, si l'aéronef est par la suite remorqué en ligne droite, la commande d'orientation peut rester activée, ce qui ne gêne pas le remorquage en ligne droite. Cependant, cette capacité à être remorqué en ligne droite est évidemment insuffisante dans la plupart des cas de figures de remorquage réel, dans lesquelles le tracteur fait effectuer des virages à l'aéronef. On ne peut donc considérer le remorquage en ligne droite comme un véritable remorquage. On choisit donc de placer la commande d'orientation en mode de libre orientation uniquement si un véritable remorquage avec virages est entrepris. Pour cela, on détecte (via les portes) les conditions supplémentaires suivantes:

- la vitesse angulaire commandée d'orientation n'a pas dépassé le seuil ω_1 depuis au moins le temps T_4 associé à un confirmateur, et
- la vitesse angulaire effective d'orientation, celle qui est par exemple imposée aux roues et au collier par le tracteur en train de tourner, est supérieure au seuil ω_2 .

Ainsi, on fait passer la commande d'orientation en mode de libre orientation en réponse à la détection d'une situation de remorquage avérée. La commande d'orientation reste ainsi constamment active, sauf si un remorquage véritable (c'est-à-dire incluant des virages) est effectivement entrepris.

Ainsi, dans les différentes logiques illustrées,

on surveille un certain nombre de paramètres de roulage pour détecter une situation de remorquage potentielle ou avérée, et on désactive la commande d'orientation en réponse à cette détection. La réactivation de la commande d'orientation est réalisée en réponse à la détection d'un événement qui indique que l'aéronef est sorti de la situation de remorquage.

On remarquera que la détection selon l'invention d'un événement signalant la fin de la situation de remorquage permet de palier à une défaillance du calculateur qui aurait placé par erreur la commande d'orientation en mode de libre orientation alors que l'aéronef n'est pas dans une situation de remorquage. En effet, lors d'une phase de roulage non remorqué (par exemple à l'atterrissage ou lors d'un déplacement autonome sur les taxiways de l'aéroport) les signaux surveillés pour détecter un événement signalant la fin de la situation de remorquage sont également indicateurs d'une telle phase de roulage: la sortie de la porte passe forcément à 1 à un moment ou à un autre du roulage, par exemple dès que la vitesse de l'aéronef dépasse le seuil V1 ou dès que la poussée des réacteurs dépasse le seuil P1. La ou les bascules sont alors réinitialisées, ce qui provoque la réactivation de la commande d'orientation.

Le pilote est ainsi assuré que la commande d'orientation sera activée automatiquement, soit à la fin de la situation de remorquage, soit après un passage intempestif en mode de libre rotation, de sorte que le risque de ne pas disposer de la commande d'orientation lors d'une phase où elle peut être nécessaire est très réduit.

A cet égard, il importe de remarquer que la situation de remorquage est reconnue par une combinaison de paramètres de roulage (signaux sur les figures 3 et 4, signaux sur la figure 5) qui n'est pas la même que la

combinaison de paramètres de roulage qui signale la sortie de la situation de remorquage ou la non-présence dans celle-ci (signaux sur les figures 3, 4 et 5). Ainsi, on évite de se retrouver dans la situation de l'art antérieur consistant à utiliser un seul paramètre (valeur du signal du capteur lié au levier) pour décider s'il faut activer ou désactiver la commande d'orientation. On peut dans ce cas obtenir des désactivations ou des activations intempestives si le signal est peu fiable.

10 En choisissant selon l'invention deux combinaisons distinctes de paramètres de roulage pour reconnaître si l'aéronef est dans une situation de remorquage ou n'est pas dans une situation de remorquage, on évite de faire dépendre la gestion de la commande d'orientation de la valeur d'un seul signal, qu'il soit surveillé ou construit à l'aide de portes logiques.

15 Bien sûr, les combinaisons données ici sont données à titre d'illustration, et tout autre combinaison de paramètres de roulage pourra être envisagée, chacune des combinaisons pouvant se réduire le cas échéant à un seul paramètre de roulage. On pourra même choisir de surveiller un seul paramètre de roulage, si la valeur de ce paramètre est suffisamment fiable pour décider si l'aéronef est en situation de remorquage ou en situation de non-remorquage.

25 L'invention n'est pas limitée à ce qui vient d'être décrit, mais bien au contraire englobe toute variante entrant dans le cadre défini par les revendications.

30 En particulier, bien que l'on ait illustré l'invention en relation avec une commande hydraulique d'orientation, l'invention s'applique bien évidemment à un aéronef comportant une commande électrique d'orientation.

35 Bien que dans les logiques illustrées, on utilise

des signaux de vitesse angulaire effective d'orientation et de vitesse angulaire commandée d'orientation, ces signaux pourront bien sûr être recomposés en dérivant respectivement les signaux d'angle effectif d'orientation et d'angle commandé d'orientation, filtrés de façon adéquate.

Il est bien évident que les signaux utilisés subiront tous les traitements adéquats avant d'être traités par la logique de gestion de la commande d'orientation (filtrage, débruitage), ainsi que cela est bien connu de l'homme du métier.

Enfin, bien que l'on ait indiqué que l'on surveille certains paramètres de roulage pour mettre en œuvre les logiques décrites, on pourra bien sûr en utiliser un nombre plus réduit ou plus important. Ainsi par exemple, on pourra décider de placer la commande d'orientation en mode de libre orientation dès que l'arrêt de l'aéronef est détecté. On pourra également surveiller un signal d'accélération longitudinale de l'aéronef pour réactiver la commande d'orientation.

REVENDICATIONS

1. Procédé de gestion par un calculateur de l'aéronef de la commande d'orientation d'un atterrisseur d'aéronef pourvu d'au moins une roue orientable par la commande d'orientation, le calculateur effectuant les opérations suivantes :

- surveiller plusieurs paramètres de roulage de l'aéronef, dont au moins un choisi parmi la vitesse de l'aéronef, la commande d'un freinage, la vitesse angulaire d'orientation des roues, et effectuer une ou des combinaisons logiques de ces paramètres de roulage pour déterminer si l'aéronef entre dans ou sort d'une situation de remorquage;

- placer la commande d'orientation dans un mode de libre orientation de la roue orientable si l'aéronef entre dans la situation de remorquage; et

- activer la commande d'orientation de sorte que la roue orientable ait une orientation angulaire contrôlée par la commande d'orientation si l'aéronef sort de la situation de remorquage.

2. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel on procède à une première combinaison logique de plusieurs paramètres de roulage pour définir un événement dont la survenance marque l'entrée de l'aéronef dans la situation de remorquage.

3. Le procédé selon la revendication 2, dans lequel on procède à une deuxième combinaison logique de plusieurs paramètres de roulage distincte de la première combinaison de l'aéronef pour définir un événement dont la survenance marque la sortie de l'aéronef de la situation de remorquage.

4. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel la situation de remorquage correspond à une situation de remorquage potentiel dans laquelle l'aéronef est susceptible d'être remorqué.

5. Le procédé selon la revendication 4, dans lequel l'aéronef entre dans la situation de remorquage potentiel lorsque l'évènement suivant est détecté :

- l'aéronef a été arrêté pendant un certain temps; et
- aucun freinage n'est commandé depuis un certain temps.

6. Le procédé selon la revendication 5, appliqué à une commande d'orientation hydraulique comportant une servovalve, dans lequel la commande d'orientation est placée dans le mode de libre orientation en neutralisant la servovalve.

7. Le procédé selon la revendication 6, dans lequel la commande d'orientation est en outre mise au retour hydraulique si, après neutralisation de la servovalve, on détecte qu'une vitesse angulaire effective d'orientation des roues est supérieure à un seuil prédéterminé.

8. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel la situation de remorquage correspond à une situation de remorquage avéré lors de laquelle un remorquage est effectivement entrepris.

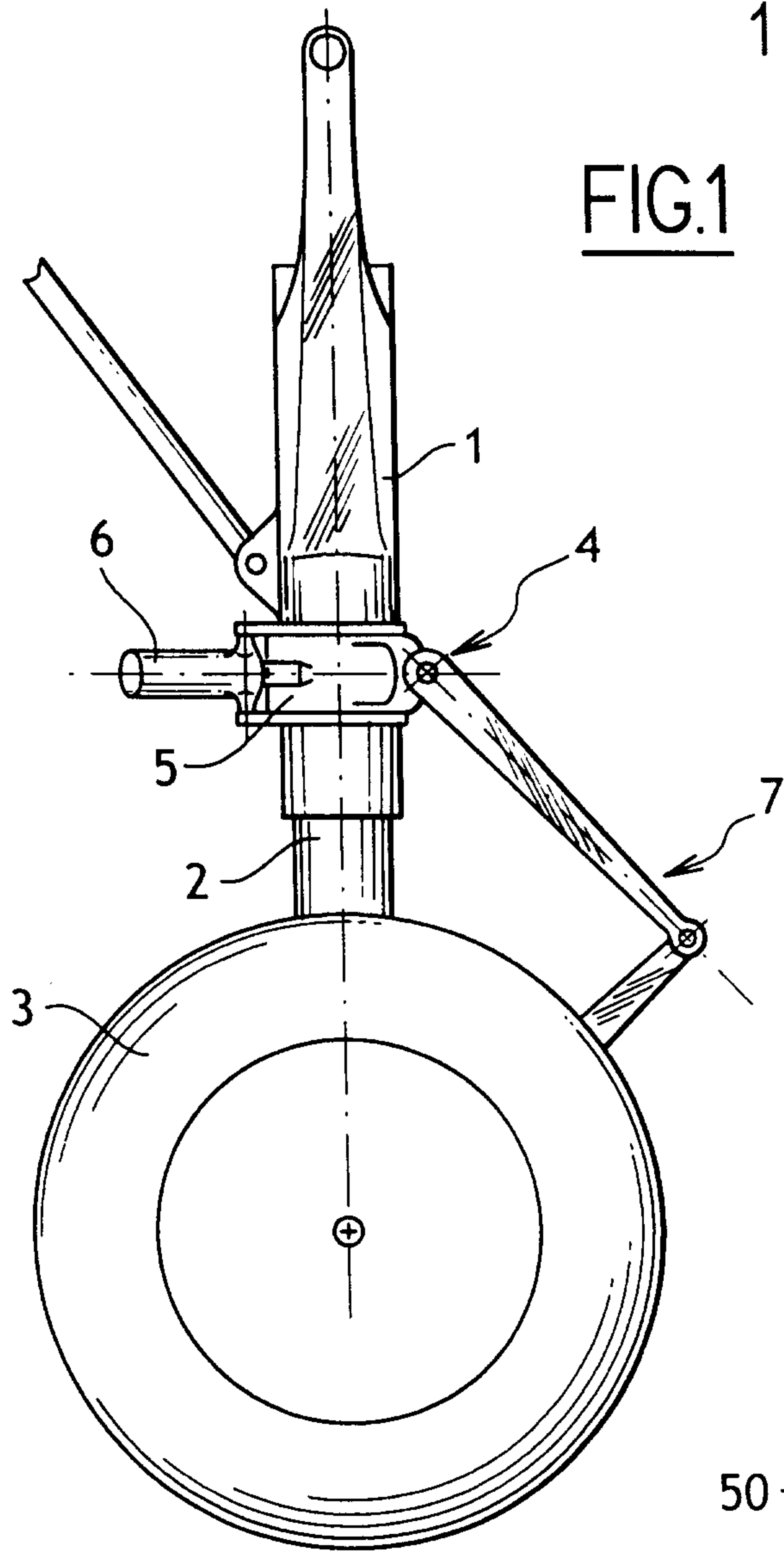
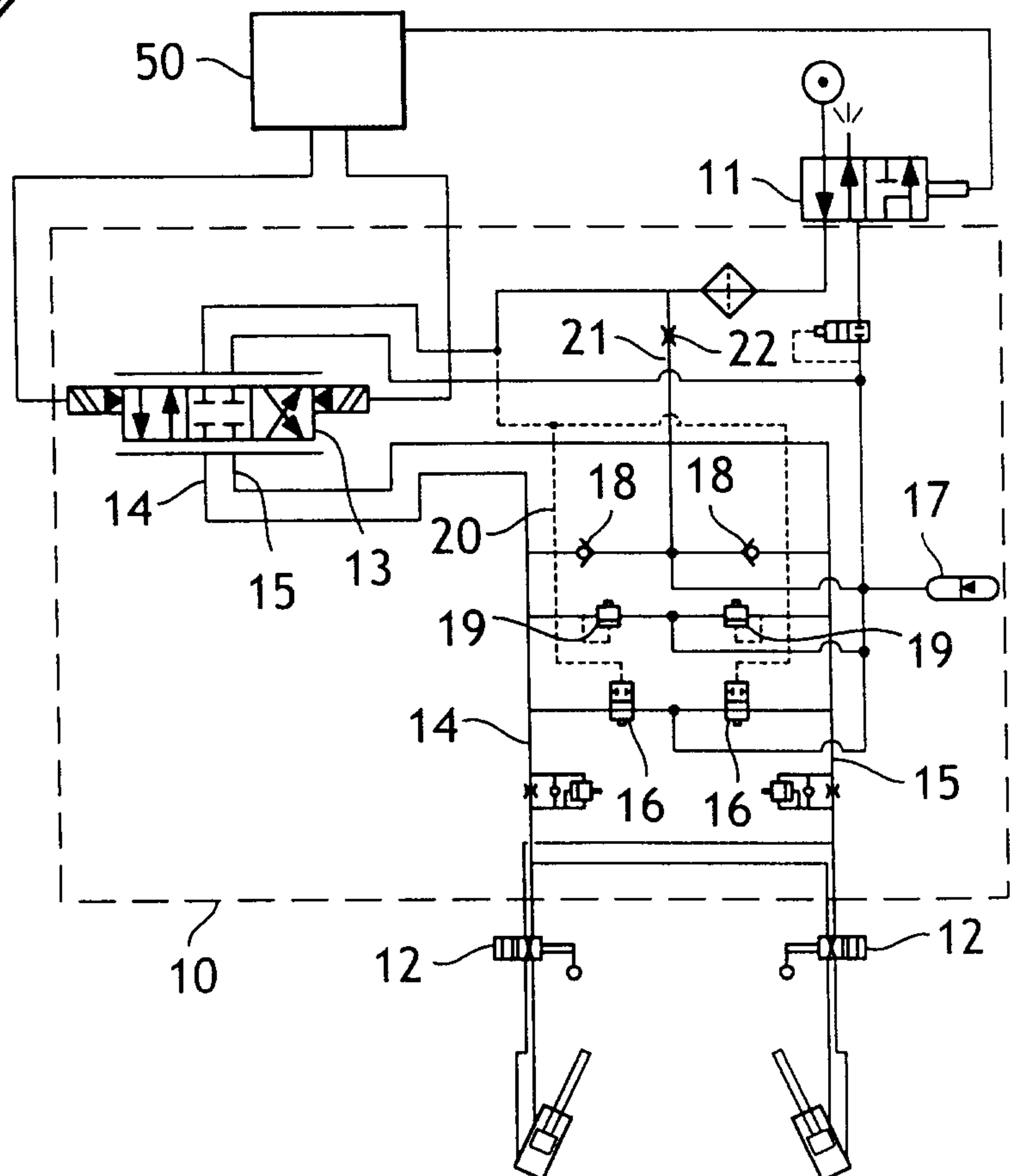
9. Le procédé selon la revendication 8, dans laquelle l'aéronef entre dans la situation de remorquage avéré lors d'un changement d'état de la combinaison suivante de paramètres de roulage :

- l'aéronef a été arrêté pendant un certain temps; et
- la vitesse angulaire effective d'orientation des roues est supérieure à un seuil prédéterminé; et
- la vitesse angulaire commandée d'orientation des roues n'est pas restée supérieure à un seuil prédéterminé pendant un certain temps.

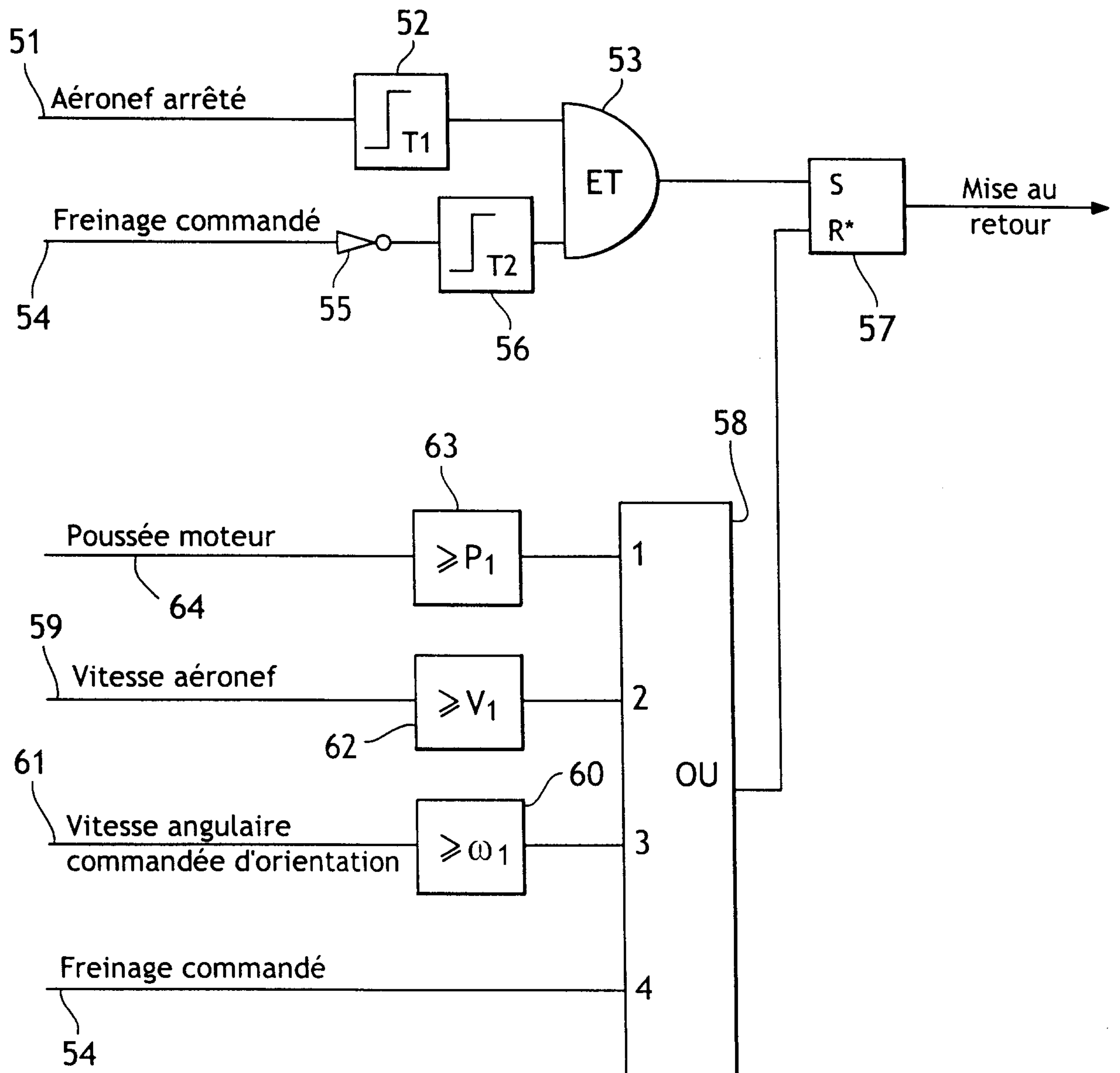
10. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel la situation de non-remorquage correspond à la détection de l'un des évènements suivants:

- la poussée des moteurs est supérieure à un seuil prédéterminé;
- la vitesse de déplacement de l'aéronef est supérieure à un seuil prédéterminé;
- la vitesse angulaire commandée d'orientation est supérieure à un seuil prédéterminé;
- un freinage est commandé.

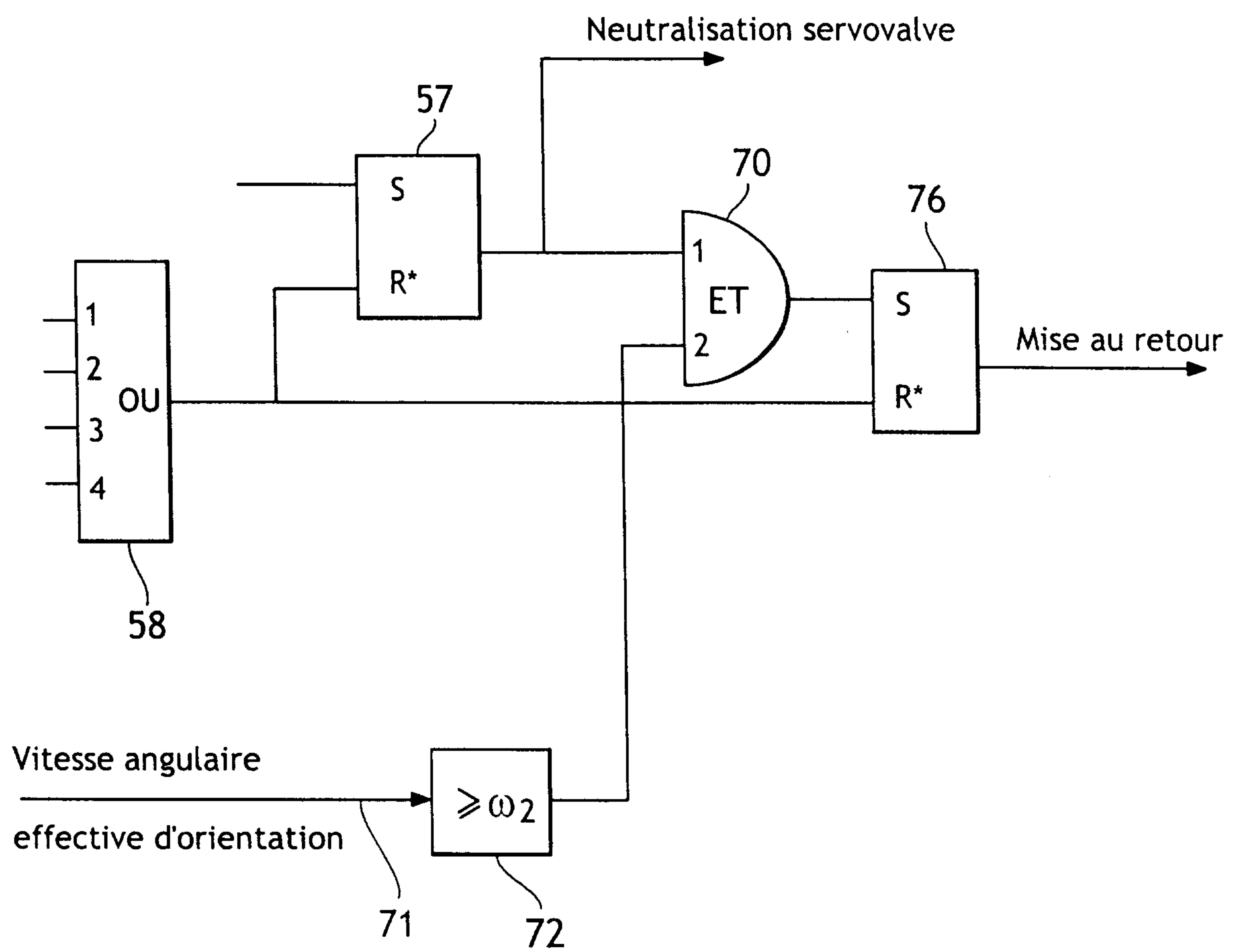
1 / 4

FIG.1FIG.2

2 / 4

FIG.3

3 / 4

FIG.4

4 / 4

FIG.5

