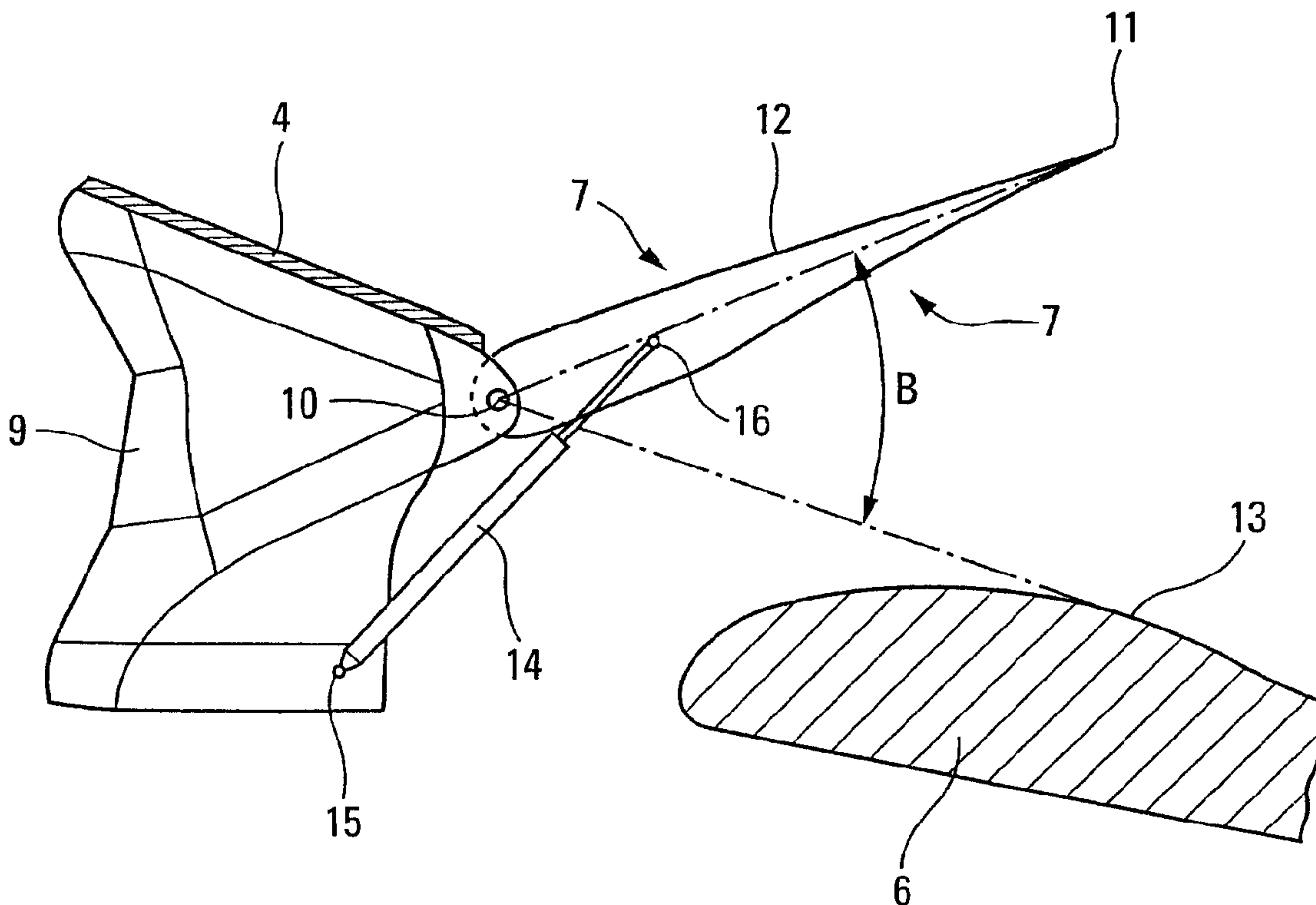




(22) Date de dépôt/Filing Date: 2005/02/01
 (41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2005/08/24
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2012/05/01
 (30) Priorité/Priority: 2004/02/24 (FR04 01827)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B64C 13/00* (2006.01),
B64C 13/02 (2006.01), *B64C 19/00* (2006.01),
B64C 9/32 (2006.01)
 (72) Inventeur/Inventor:
 SEVE, PHILIPPE, FR
 (73) Propriétaire/Owner:
 AIRBUS OPERATIONS SAS, FR
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR L'OPTIMISATION DU BRAQUAGE DES VOILETS DEPORTEURS D'UN AERONEF EN VOL
 (54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR OPTIMIZING DEFLECTION OF THE SPOILER FLAPS OF AN AIRCRAFT IN FLIGHT



(57) Abrégé/Abstract:

- Selon l'invention, en temps réel: · on calcule un potentiel d'incidence (A) susceptible d'être consommé par lesdits volets déporteurs (7) sans mettre en danger ledit aéronef; et · on braque lesdits volets déporteurs (7), en direction de la position déployée commandée, en fonction dudit potentiel d'incidence (A).

A B R É G É

- Selon l'invention, en temps réel :
 - on calcule un potentiel d'incidence (A) susceptible d'être consommé par lesdits volets déporteurs (7) sans mettre en danger ledit aéronef ;
et
 - on braque lesdits volets déporteurs (7), en direction de la position déployée commandée, en fonction dudit potentiel d'incidence (A).

Procédé et dispositif pour l'optimisation du braquage des volets déporteurs d'un aéronef en vol.

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour l'optimisation du braquage des volets déporteurs d'un aéronef en vol.

On sait que les aéronefs modernes, notamment les avions de transport civil, comportent des volets déporteurs mobiles, encore appelés "aérofreins" ou, en anglais, "spoilers". De tels volets déporteurs constituent des surfaces aérodynamiques de contrôle et ils sont généralement installés dans l'extrados des ailes, derrière le caisson structural de celles-ci et en avant des volets de bord de fuite sur lesquels reposent leurs propres bords de fuite.

Sous l'action de moyens d'actionnement, par exemple des vérins hydrauliques, électriques ou mécaniques, eux-mêmes commandés à partir d'un levier actionné par le pilote de l'aéronef, lesdits volets déporteurs peuvent prendre :

- soit une position rétractée, pour laquelle ils sont logés dans l'extrados de l'aile correspondante en assurant la continuité aérodynamique dudit extrados ;
- soit l'une ou l'autre de plusieurs positions déployées, pour lesquelles ils font saillie par rapport à l'extrados de l'aile correspondante, en étant inclinés par rapport audit extrados.

Ainsi, en position rétractée, lesdits volets déporteurs s'intègrent dans le profil aérodynamique des extrados des ailes de l'aéronef. En revanche, pour chacune des positions déployées --dont chacune d'elles est associée à une fonction spécifique et est définie par une valeur d'angle de braquage par rapport à l'extrados correspondant-- lesdits volets déporteurs entraînent une diminution de portance et une augmentation de traînée dont les amplitudes dépendent dudit angle de braquage et de la surface

desdits volets déporteurs et qui peuvent être utilisées à différentes fins telles que :

- réduction de la vitesse de l'aéronef durant les phases d'atterrissage et, éventuellement, d'interruption de décollage ;
- 5 – réduction de la vitesse de l'aéronef en vol ou augmentation de la pente de descente dudit aéronef ;
- plaquage de l'aéronef au sol pour améliorer le freinage pendant les phases d'atterrissage ou d'interruption de décollage ;
- contrôle en vol du roulis de l'aéronef en agissant de façon dissymétrique sur les volets déporteurs des deux ailes ;
- 10 – génération d'un moment de lacet par action dissymétrique sur les volets déporteurs des deux ailes participant à contrer les effets d'une panne d'un moteur pendant le décollage ; ou
- aide à la diminution du moment d'encastrement aile/fuselage, aux forts
- 15 facteurs de charge (manœuvres, rafales de vent) en modifiant la répartition de la portance le long des ailes.

Ainsi, les fonctions exercées par les volets déporteurs sont variées.

Cependant, puisque le déploiement desdits volets déporteurs entraîne une perte de portance, l'utilisation de ceux-ci en vol s'accompagne

20 d'une réduction du domaine de vol dudit aéronef. En effet, si le pilote désire compenser au moins en partie cette perte de portance afin de préserver la sécurité et le confort de vol, il doit soit augmenter l'incidence de l'aéronef, soit accélérer ce dernier. Si l'aéronef volait à une incidence voisine de l'incidence maximale, le pilote n'a d'autre choix que d'accélérer.

25 Dans ce cas, le déploiement des volets déporteurs s'accompagne donc d'une réduction du domaine de vol, en ce qui concerne les vitesses. Il en est de même de la capacité de virage, c'est-à-dire de la manœuvrabilité, de l'aéronef. En effet, un virage nécessite d'augmenter la portance, et

donc l'incidence, d'un aéronef. Puisque le déploiement des volets déporteurs limite l'incidence disponible, il limite simultanément la manoeuvrabilité de l'aéronef.

L'objet de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en automatisant le braquage des volets déporteurs afin d'optimiser la trajectoire de l'aéronef quelles que soient les conditions de vol, sans restreindre le domaine de vol.

A cette fin, selon l'invention, le procédé pour l'optimisation du braquage des volets déporteurs d'un aéronef en vol, chaque position déployée de ceux-ci étant commandée par le pilote dudit aéronef, est remarquable en ce que, en temps réel :

- on calcule un potentiel d'incidence susceptible d'être consommé par lesdits volets déporteurs sans mettre en danger ledit aéronef ; et
- on braque lesdits volets déporteurs, en direction de la position déployée commandée, en fonction dudit potentiel d'incidence.

Ainsi, selon l'invention, on peut adapter le braquage des volets déporteurs aux conditions de vol de l'avion.

Ledit potentiel d'incidence peut être du type

$$A = \alpha_{\text{prot}} - \alpha - m,$$

expression dans laquelle :

- α est l'incidence actuelle dudit aéronef,
- α_{prot} est une valeur prédéterminée d'incidence, qui est inférieure à l'incidence de décrochage de l'aéronef et à partir de laquelle entrent en action des mécanismes automatiques de pilotage évitant que ladite incidence actuelle puisse croître en se rapprochant de ladite incidence de décrochage, et
- m est une marge de sécurité par rapport à α_{prot} .

Ladite marge m peut être constante et, par exemple, égale à 2 ou 3 degrés d'incidence. En revanche, elle peut être variable et, par exemple,

fonction de l'angle de roulis de l'aéronef, du facteur de charge vertical de ce dernier et/ou de la différence entre la valeur α_{prot} et la valeur α_0 représentant l'incidence à portance nulle.

5 Pour la mise en œuvre du procédé conforme à la présente invention, le dispositif comportant un organe à la disposition du pilote dudit aéronef pour commander les moyens d'actionnement des volets déporteurs par l'intermédiaire d'une ligne de commande, est remarquable en ce qu'il comporte, de plus :

- 10 – des moyens de calcul recevant la mesure de paramètres de vol et calculant ledit potentiel d'incidence A ; et
- un dispositif d'asservissement qui reçoit ledit potentiel d'incidence A et dont la sortie est constituée par un élément interposé dans ladite ligne de commande.

15 De façon usuelle, ledit organe à la disposition du pilote peut commander lesdits volets déporteurs par fraction du braquage maximal de ceux-ci, c'est-à-dire que chaque position déployée correspond à une telle fraction.

Ledit élément interposé dans ladite ligne de commande peut alors être un multiplicateur ou un limiteur commandé par ledit organe à la disposition du pilote.

20 Dans un mode de réalisation avantageux, ledit dispositif d'asservissement comporte :

- 25 – un premier amplificateur, dont l'entrée est reliée à ladite ligne de commande et dont le gain est égal au rapport $d\alpha/B_{\text{max}}$, dans lequel $d\alpha$ est la diminution de l'incidence α de l'aéronef entraînée par le braquage maximal B_{max} des volets déporteurs ;
- un additionneur dont les deux entrées reçoivent, respectivement, ledit potentiel d'incidence A desdits moyens de calcul et le signal de sortie dudit premier amplificateur ; et

– un second amplificateur, de gain $1/K$, reliant la sortie dudit additionneur audit élément de sortie.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 montre, en vol et en perspective du dessus, un avion civil gros porteur.

La figure 2 montre, en vue de dessus schématique, partielle et à plus grande échelle, une aile de l'avion de la figure 1 avec ses volets déporteurs, ses becs de bord d'attaque et ses volets de bord de fuite en position rétractée.

La figure 3 est une vue en coupe schématique, partielle et agrandie, selon la ligne III-III de la figure 2.

La figure 4 montre, en vue semblable à la figure 3, un volet déporteur dans une position déployée.

La figure 5 donne le schéma synoptique d'un dispositif, conforme à la présente invention, pour l'optimisation du braquage des volets déporteurs de l'avion de la figure 1.

La figure 6 est un diagramme illustrant, pour une configuration dudit avion, la variation de la portance de celui-ci en fonction de son incidence.

La figure 7 est un diagramme illustrant le fonctionnement du dispositif conforme à la présente invention.

L'avion civil gros porteur A/C représenté sur la figure 1 comporte deux ailes 1.

Comme le montre à plus grande échelle la figure 2, chaque aile 1 comporte un bord d'attaque 2, un bord de fuite 3, un extrados 4 et une emplanture E.

Le bord d'attaque 2 est formé par au moins un bec hypersustentateur 5.

Le bord de fuite 3 de l'aile 1 est formé par la juxtaposition des bords de fuite d'une pluralité de volets de bord de fuite, adjacents, 6.

5 Dans l'extrados 4, en amont des volets de bord de fuite 6 (par rapport à l'écoulement aérodynamique sur l'aile 1), sont disposés une pluralité de volets déporteurs 7 dont la forme en plan est celle d'un rectangle ou d'un trapèze rectangle.

10 Comme le montre la figure 3, chaque volet déporteur 7 est articulé, du côté de son bord d'attaque 8, à la structure 9 de l'aile 1 autour d'un axe 10, parallèle audit bord d'attaque 8.

Dans la position rétractée représentée sur les figures 2 et 3, le bord de fuite 11 de chaque volet déporteur 7 s'appuie sur un volet de bord de fuite 6 et l'extrados 12 du volet déporteur 7 assure la continuité
15 aérodynamique entre l'extrados 4 de l'aile 1 et l'extrados 13 du volet 6.

De plus, chaque volet déporteur 7 est relié à la structure 9 de l'aile 1 par une jambe inclinée constituée par un vérin 14, dont les extrémités 15 et 16 sont respectivement articulées sur ladite structure 9 et sur ledit volet déporteur 7.

20 En position rétractée du volet déporteur 7 (figures 2 et 3), le vérin 14 exerce un effort pour maintenir celui-ci en position rétractée.

Lorsque le vérin 14 est activé à l'allongement, le volet déporteur 7 pivote progressivement autour de l'axe 10 en se déployant. Comme cela est montré sur la figure 4, pour une position déployée correspondant à un
25 angle de braquage B, le volet déporteur 7 permet de diminuer la portance et d'augmenter la traînée de l'aile 1 en proportion de la valeur dudit angle de braquage B.

Bien entendu, bien que sur la figure 4 on n'ait représenté qu'une seule position déployée correspondant à une valeur de l'angle de braquage

B, il va de soi que le volet déporteur 7 peut occuper une ou plusieurs autres positions déployées, correspondant à d'autres valeurs de cet angle.

Comme cela est illustré schématiquement par la figure 5, le déploiement et la rétraction des volets déporteurs 7 sont commandés par un levier pivotant 17, à la disposition du pilote, associé à un transducteur 18 transformant la rotation dudit levier 17 en un ordre proportionnel d'actionnement des vérins 14. La course totale C du levier 17 correspond à la valeur maximale B_{\max} que peut prendre l'angle de braquage B des volets déporteurs 7.

De façon usuelle, la rotation du levier 17 n'est pas graduée en valeur d'angle de braquage B, mais en fraction (kB_{\max}) de la valeur maximale B_{\max} de déploiement des volets déporteurs 7 (avec $0 \leq k \leq 1$).

Sur la figure 5, on a représenté une échelle 19 de la rotation du levier 17 sur laquelle sont portées les valeurs 0 - 0,5 - 0,75 et 1 de k. Sur cette figure, le levier 17 est représenté dans la position correspondant à 0,25 B_{\max} .

Le dispositif de commande du braquage des volets déporteurs 7, représenté sur la figure 5, comporte, en plus du levier 17 et du transducteur 18, un calculateur 20 et un dispositif d'asservissement 21.

Conformément à la présente invention, le calculateur 20 calcule en temps réel un potentiel d'incidence A et, en fonction de la valeur et du signe de ce potentiel d'incidence A, le dispositif d'asservissement 21 augmente ou diminue l'angle de braquage B commandé à partir du levier 17. L'angle de braquage B est optimal lorsque la valeur du potentiel d'incidence A est nulle.

Pour rendre plus concret le fonctionnement du dispositif conforme à la présente invention, on peut se reporter à la figure 6 qui représente, pour une configuration donnée des becs 5 et des volets 6, la variation de la portance de l'aéronef (sous la forme du coefficient de portance C_z) en

fonction de l'incidence de l'avion A/C. Une telle variation est représentée par une courbe 22, dont l'allure est bien connue des aérodynamiciens. Sur le diagramme de la figure 6, on a indiqué :

- la valeur d'incidence α_d , à laquelle, pour la configuration correspondante des becs 5 et des volets 6, l'avion A/C décroche ;
- la valeur d'incidence α_{max} , inférieure à α_d , à laquelle les calculateurs de vol de l'avion A/C prennent autoritairement le contrôle total de ce dernier pour lui imposer une configuration sécurisée ;
- la valeur d'incidence α_{prot} , inférieure à α_{max} , à laquelle le pilote commence à perdre son autorité sur les volets déporteurs 7, lesdits calculateurs de vol prenant progressivement le contrôle de l'avion A/C pour s'assurer que ce dernier ne prend pas une configuration dangereuse ; et
- la valeur d'incidence α_0 correspondant à une portance nulle.

Le calculateur 20 reçoit, entre autres paramètres, la valeur α de l'incidence actuelle de l'avion A/C, mesurée de façon usuelle par au moins une sonde d'incidence (non représentée) montée à bord de l'avion A/C, ainsi que la valeur α_{prot} , définie ci-dessus, tabulée en fonction du nombre de Mach et de la configuration des becs 5 et des volets 7.

A partir de α et de α_{prot} , le calculateur 20 calcule le potentiel d'incidence A égal à $\alpha_{prot} - \alpha - m$, m étant une marge de sécurité (voir la figure 6).

La marge m peut être constante et égale, par exemple, à 2 ou 3 degrés d'incidence. Dans ce cas, la marge constante m est introduite en mémoire du calculateur 20.

En revanche, la marge m peut être plus réaliste et être rendue fonction d'un certain nombre de paramètres tels que l'incidence α_0 à portance nulle (définie ci-dessus et tabulée de façon semblable à α_{prot}), l'angle de roulis Φ de l'avion A/C en virage, ou bien encore le facteur de

charge vertical n_z . Dans ce cas, ces paramètres sont introduits dans le calculateur 20, comme cela est illustré sur la figure 5, l'angle de roulis Φ et le facteur de charge n_z étant mesurés de façon usuelle à bord de l'avion A/C.

5 A titre d'exemple de marge variable m , on peut citer les expressions suivantes :

– $m = [1 - \cos(20^\circ)] \times [\alpha_{\text{prot}} - \alpha_0]$, particulièrement adaptée au cas d'un virage de l'avion A/C avec un angle d'inclinaison Φ égal à 20° , ce qui est usuel. Toutefois, une telle marge présente l'inconvénient de rester
10 constante pendant toute la durée du virage, ce qui provoque une diminution du braquage des volets déporteurs ;

– $m = [\cos(\Phi) - \cos(20^\circ)] \times [\alpha_{\text{prot}} - \alpha_0]$, compensée en roulis de sorte que lorsque l'avion A/C s'incline, la marge m diminue, permettant d'effectuer des virages sans rétracter les volets déporteurs ;

15 – $m = [1/n_z - \cos(20^\circ)] \times [\alpha_{\text{prot}} - \alpha_0]$, permettant d'ajouter à la compensation en roulis (pour $\Phi = 20^\circ$), une compensation en ressource ;

– ou bien encore toute combinaison des expressions ci-dessus :

on peut, par exemple, définir une marge m compensée en roulis jusqu'à une certaine valeur de l'angle Φ , puis une marge constante au-delà, ce qui
20 permet de laisser les volets déporteurs 7 déployés pour les faibles virages et de commencer à les rétracter lors de virages nécessitant une grande incidence.

 Quelle que soit l'expression, constante ou variable, de la marge m , la valeur d'incidence $A = \alpha_{\text{prot}} - \alpha - m$ constitue le potentiel d'incidence
25 actuel qui peut être consommé, en toute sécurité, par les volets déporteurs 7, c'est-à-dire qu'il est possible d'augmenter l'angle de braquage B desdits volets déporteurs 7 jusqu'à ce que ce déploiement annule le potentiel d'incidence A .

Si le potentiel d'incidence A était négatif, cela signifierait que l'angle de braquage B des volets 7 est trop grand et qu'il est nécessaire de le réduire.

Dans l'exemple de réalisation du dispositif d'asservissement 21 représenté sur la figure 5, il est prévu un additionneur 23 pour recevoir, sur l'une de ses entrées, le potentiel d'incidence A, calculé par le calculateur 20. Ce dispositif d'asservissement 21 comporte de plus :

- un multiplicateur 24, disposé dans la ligne 25 reliant le transducteur 18 aux vérins 14 ;
- un amplificateur 26, de gain $1/K$, reliant la sortie de l'additionneur 23 au multiplicateur 24, le facteur K étant égal au rapport $d\alpha/B_{\max}$ dans lequel $d\alpha$ est la diminution de l'incidence α de l'avion A/C entraînée par le braquage maximal B_{\max} des volets déporteurs ;
- un amplificateur 27, de gain K, recevant le signal de braquage commandé véhiculé par la ligne 25 et l'adressant avec amplification par le gain K et filtrage par le filtre 28, à l'autre entrée de l'additionneur 23.

Ainsi, lorsque le pilote de l'avion A/C actionne le levier 17, le braquage commandé des volets déporteurs 7 est détecté par l'amplificateur 27, qui transforme ce braquage commandé en une quantité d'incidence $\Delta\alpha$ correspondante. Après filtrage par le filtre 28, cette quantité d'incidence $\Delta\alpha$, qui est une estimation de l'incidence consommée actuellement par les aérofreins, est additionnée au potentiel d'incidence A dans l'additionneur 23. A la sortie de celui-ci, c'est donc une estimation en temps réel de la quantité d'incidence disponible pour être consommée par les volets déporteurs 7, qui est transmise à l'amplificateur 26. Ce dernier transforme alors cette estimation d'incidence disponible en une estimation en temps réel de la quantité d'angle de braquage disponible pour les volets déporteurs 7.

Ainsi, lors d'une demande de braquage des volets déporteurs 7 par le pilote, le dispositif d'asservissement 21 évalue l'ordre exact de bra-

quage correspondant à la consommation du potentiel d'incidence A disponible. Au fur et à mesure du braquage des volets déporteurs 7, cet ordre est corrigé en fonction de la réaction de l'avion (mesurée par le calculateur 20) pour finalement atteindre exactement le braquage commandé.

5 En régime permanent, c'est-à-dire un braquage commandé constant et des paramètres constants à l'entrée du calculateur 20, le potentiel d'incidence A est nul, montrant que la commande de braquage est atteinte.

10 Le fonctionnement du dispositif d'asservissement 21 est réglé de façon que la commande des volets déporteurs 7 qu'il engendre ne soit ni trop lente, ni trop rapide. Son temps de réponse peut être de l'ordre de quelques secondes, par exemple 5 s, pour ne pas nuire au bon fonctionnement des lois de pilotage, plus rapides.

15 On remarquera que, en cas de panne de certains volets déporteurs, la présente invention adapte automatiquement le braquage des volets déporteurs restant en fonctionnement pour tendre à atteindre l'objectif commandé.

20 Comme cela est représenté sur la figure 7, si le pilote commande le braquage maximal des volets déporteurs 7 (le levier 17 est sur la position 1 de l'échelle 19), le braquage B de ces derniers s'effectue linéairement selon une ligne 29. Si en revanche, le levier 17 est, par exemple, amené sur la position 0,5 de l'échelle 19, le braquage des volets déporteurs 7 s'effectuera proportionnellement pour atteindre $0,25 B_{\max}$ (courbe 30 en pointillés).

25 Si l'on désire obtenir, par exemple, un braquage de $0,5 B_{\max}$ pour la position 0,5 du levier 17, on peut remplacer le multiplicateur 24 par un limiteur commandé par la position dudit levier 17. On pourra ainsi obtenir une commande telle que celle représentée par la ligne 31 en traits mixtes sur la figure 7, en partie confondue avec la figure 29.

Ainsi, de ce qui précède, on constate que la présente invention permet d'adapter le braquage des volets déporteurs 7 aux conditions de vol de l'avion, alors que, dans la technique antérieure, on adopte un braquage forfaitaire restreignant le domaine de vol de l'avion.

5 Grâce à la présente invention :

- le pilote peut continuer à voler à la vitesse courante et manœuvrer sans restriction supplémentaire, le braquage des volets déporteurs s'adaptant automatiquement à son pilotage. Auparavant, la sortie des volets déporteurs le forçait parfois à accélérer (ce qui est paradoxal lorsque l'on sort des surfaces aérodynamiques qui freinent) ou limitait trop son angle de virage ;
- l'avion peut rechercher le meilleur angle de descente pour chaque vitesse. Sur certains avions, l'angle de descente le plus fort n'est pas nécessairement associé à la vitesse la plus grande (au contraire de la vitesse de descente) ; et
- l'avion peut disposer de braquages plus étendus pour les volets déporteurs, ces braquages n'étant plus limités par le choix de l'avionneur d'un compromis global entre la capacité de descente et le domaine de vol de l'avion. La capacité de descente s'en trouvera accrue.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour l'optimisation du braquage des volets déporteurs (7) d'un aéronef (A/C) en vol, chaque position déployée de ceux-ci étant commandée par le pilote dudit aéronef,

5 caractérisé en ce que, en temps réel :

- on calcule un potentiel d'incidence (A) susceptible d'être consommé par lesdits volets déporteurs (7) sans mettre en danger ledit aéronef ; et
- on braque lesdits volets déporteurs (7), en direction de la position déployée commandée, en fonction dudit potentiel d'incidence (A).

10 2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que ledit potentiel d'incidence (A) est du type

$$A = \alpha_{\text{prot}} - \alpha - m,$$

expression dans laquelle :

- α est l'incidence actuelle dudit aéronef,
- 15 – α_{prot} est une valeur prédéterminée d'incidence, qui est inférieure à l'incidence de décrochage de l'aéronef et à partir de laquelle entrent en action des mécanismes automatiques de pilotage évitant que ladite incidence actuelle puisse croître en se rapprochant de ladite incidence de décrochage, et
- 20 – m est une marge de sécurité par rapport à α_{prot} .

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite marge m est constante.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite marge constante est de l'ordre de 2 ou 3 degrés d'incidence.

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite marge m est fonction de l'angle de roulis dudit aéronef.

6. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite marge m est fonction du facteur de charge vertical dudit aéronef.

7. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comportant un organe (17) à la disposition du pilote dudit aéronef (A/C) pour commander les moyens d'actionnement (14) des volets déporteurs (7) par l'intermédiaire d'une ligne de commande (25),

caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de calcul (20) recevant la mesure de paramètres de vol et calculant ledit potentiel d'incidence A ; et
- un dispositif d'asservissement (21) qui reçoit ledit potentiel d'incidence A et dont la sortie est constituée par un élément (24) interposé dans ladite ligne de commande (25).

8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel ledit organe (17) commande lesdits volets déporteurs (7) par fraction (k) du braquage maximal (B_{\max}) de ceux-ci,

caractérisé en ce que ledit élément (24) est un multiplicateur.

9. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel ledit organe (17) commande lesdits volets déporteurs (7) par fraction (k) du braquage maximal (B_{\max}) de ceux-ci,

caractérisé en ce que ledit élément (24) est un limiteur commandé par ledit organe (17).

10. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 9,

caractérisé en ce que ledit dispositif d'asservissement (21) comporte :

- un premier amplificateur (27), dont l'entrée est reliée à ladite ligne de commande (25) et dont le gain K est égal au rapport $d\alpha/B_{\max}$, dans lequel $d\alpha$ est la diminution de l'incidence α de l'aéronef entraînée par le braquage maximal B_{\max} des volets déporteurs ;

- un additionneur (23) dont les deux entrées reçoivent, respectivement, ledit potentiel d'incidence A desdits moyens de calcul (20) et le signal de sortie dudit premier amplificateur (27) ; et
 - un second amplificateur (26), de gain $1/K$, reliant la sortie dudit additionneur (23) audit élément de sortie (24).
- 5

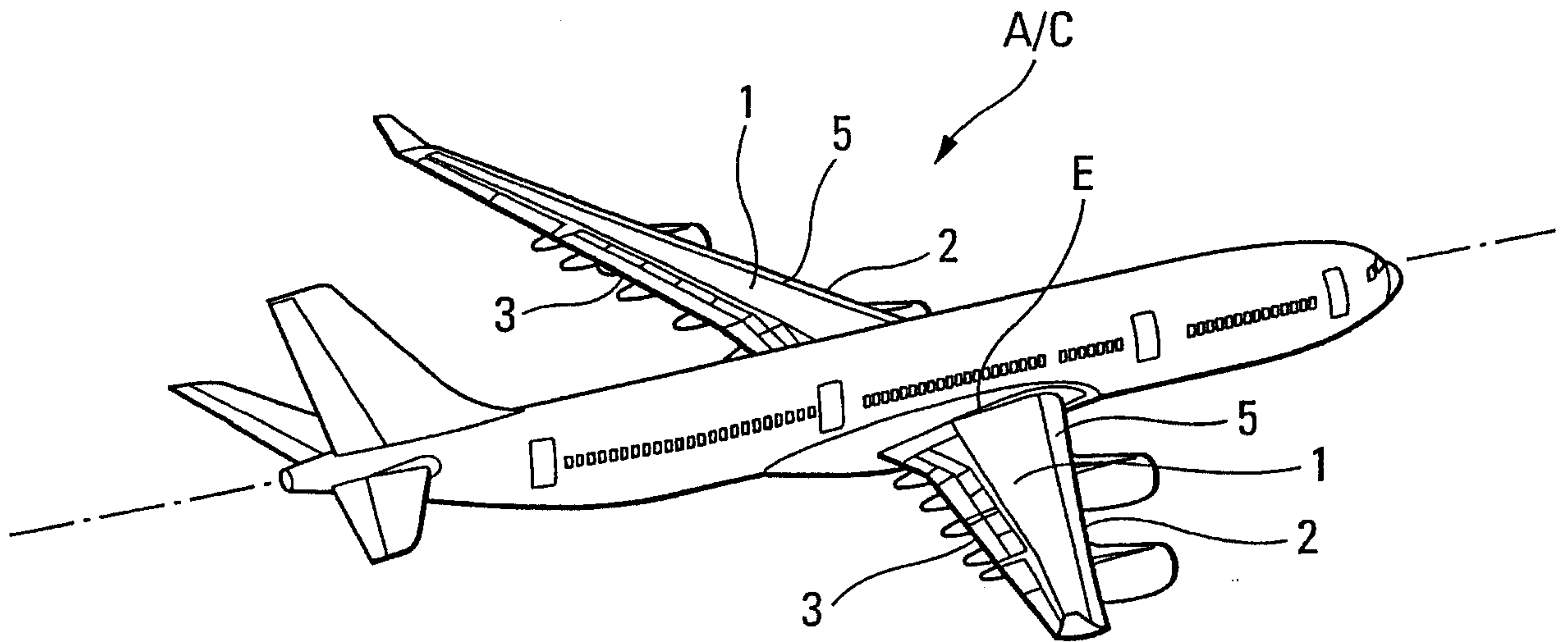


Fig. 1

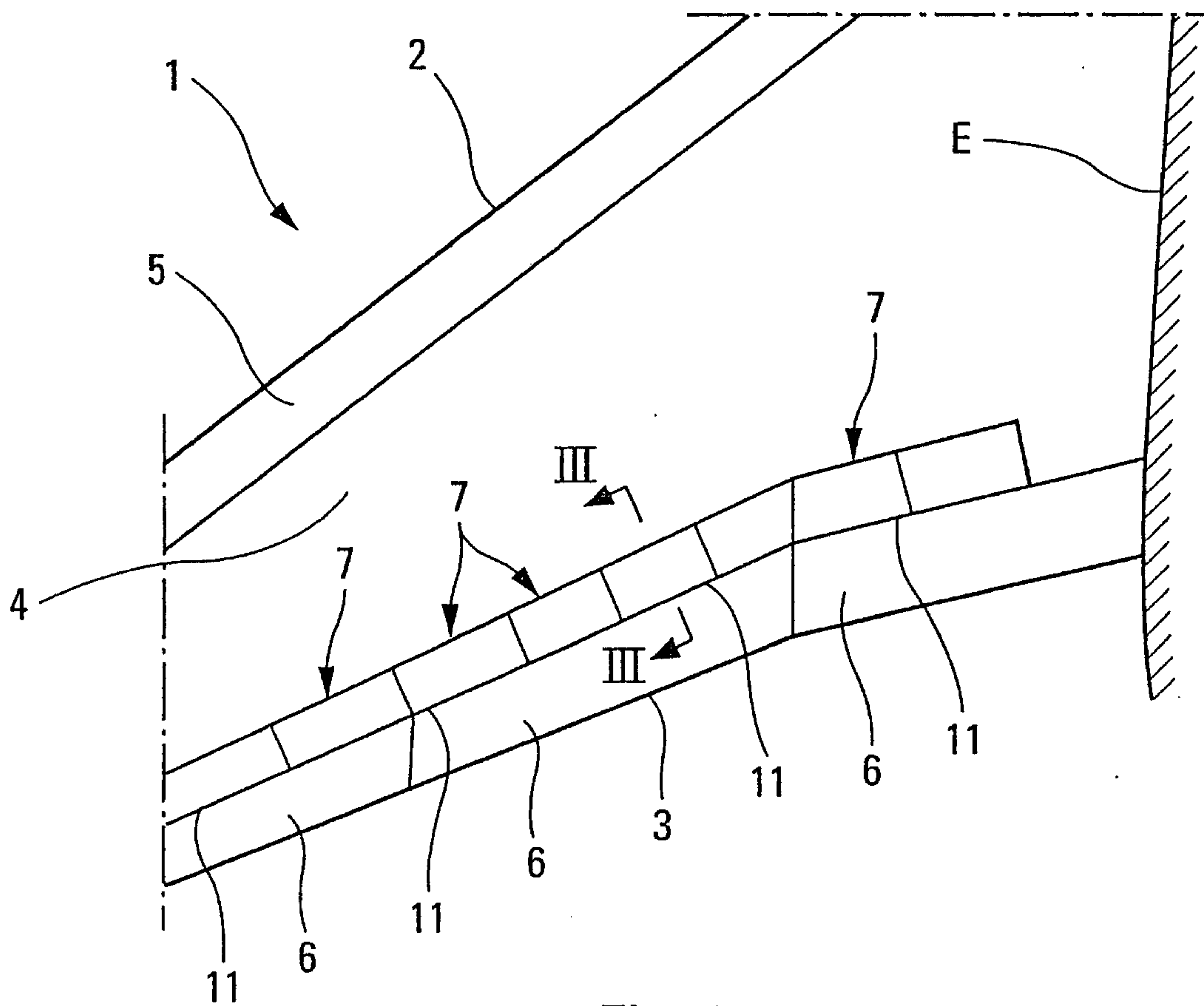


Fig. 2

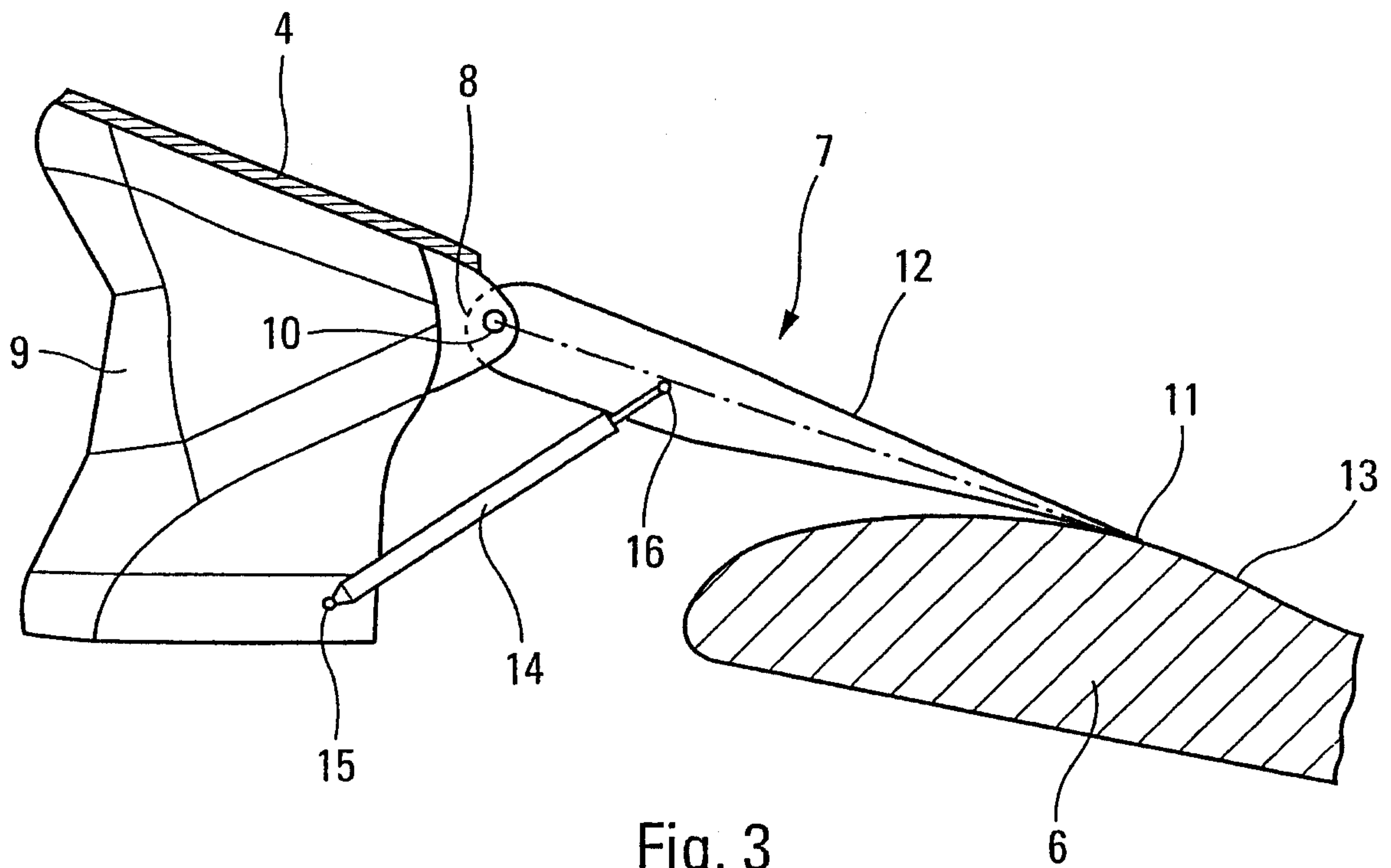


Fig. 3

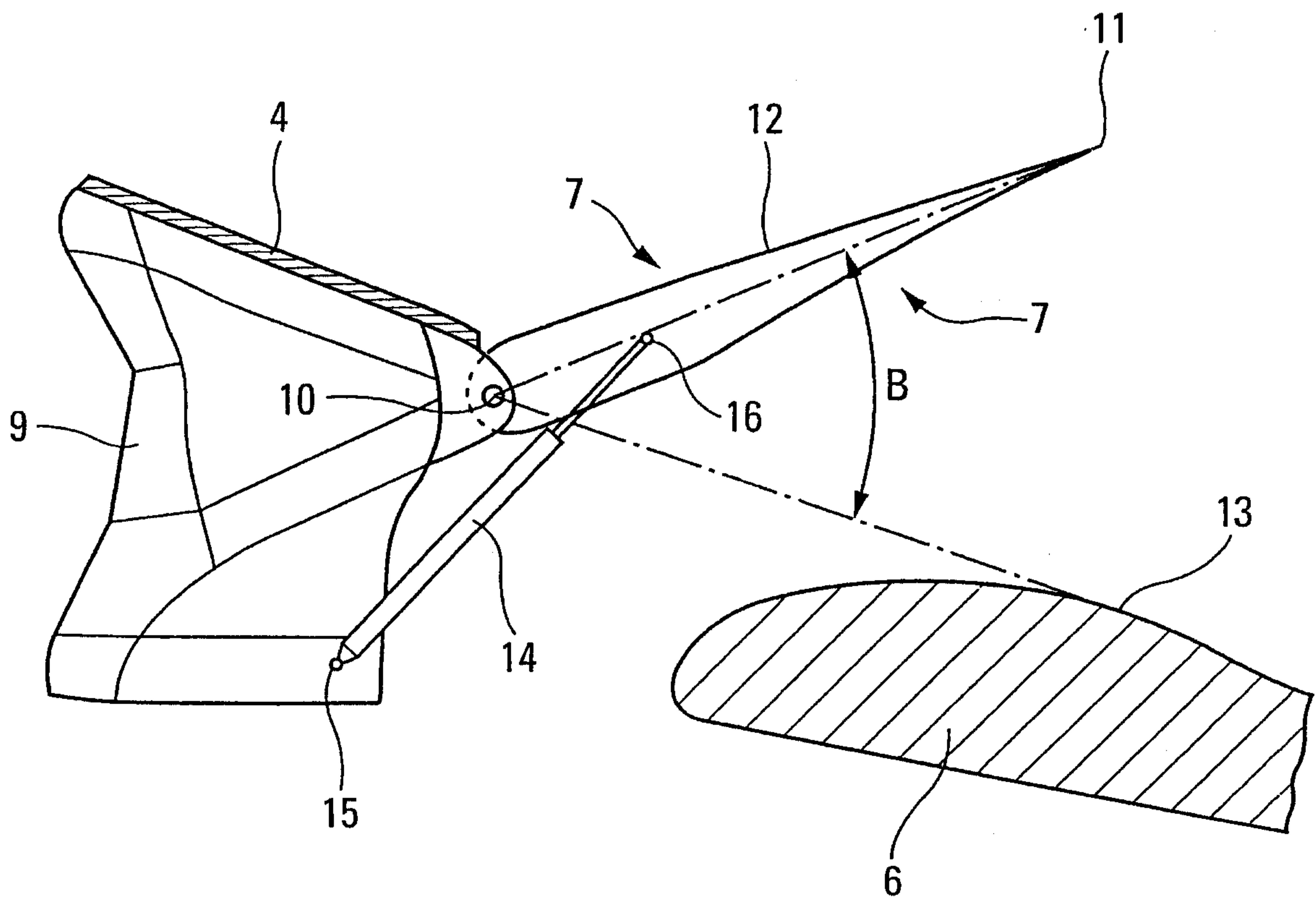


Fig. 4

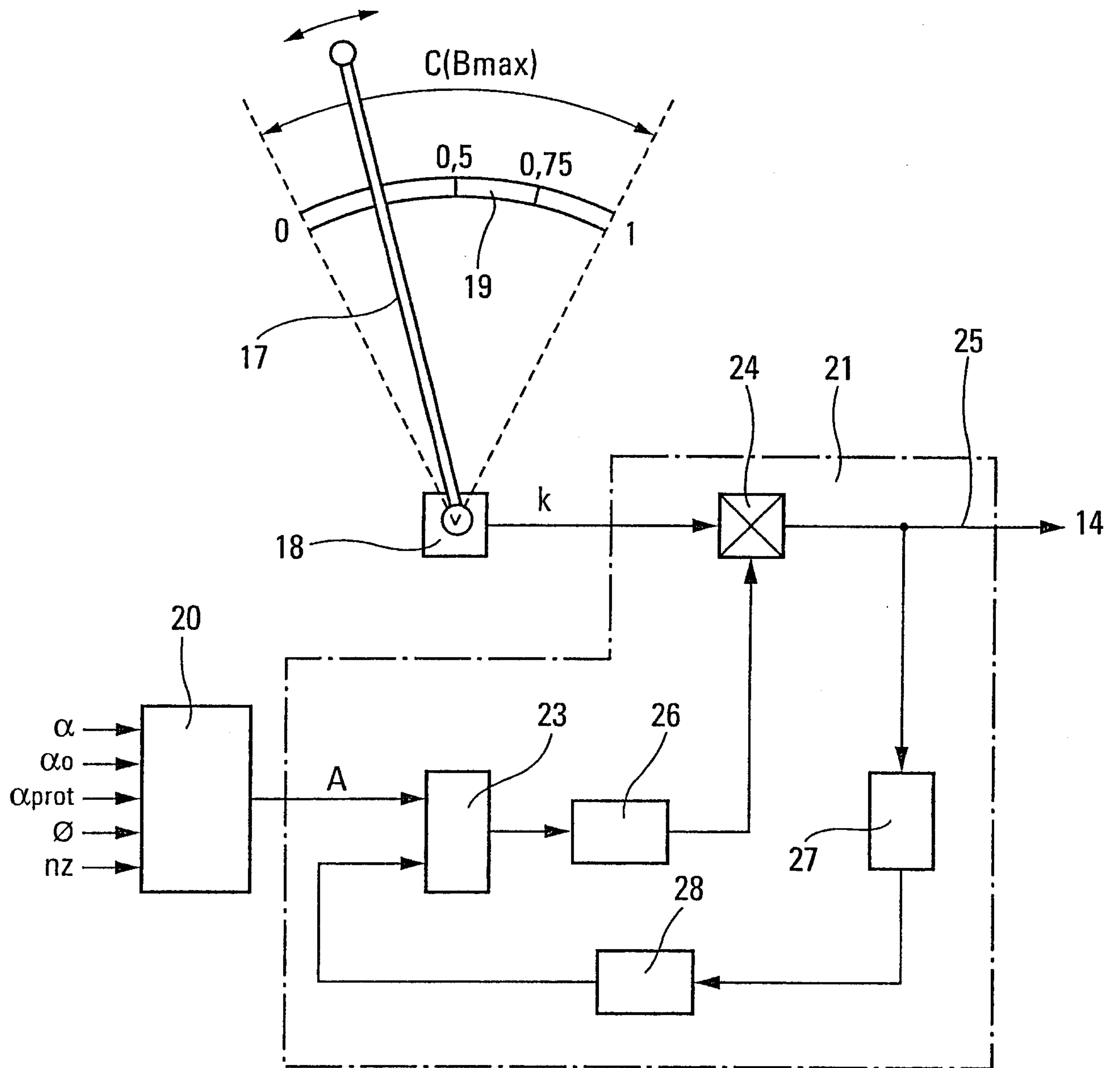


Fig. 5

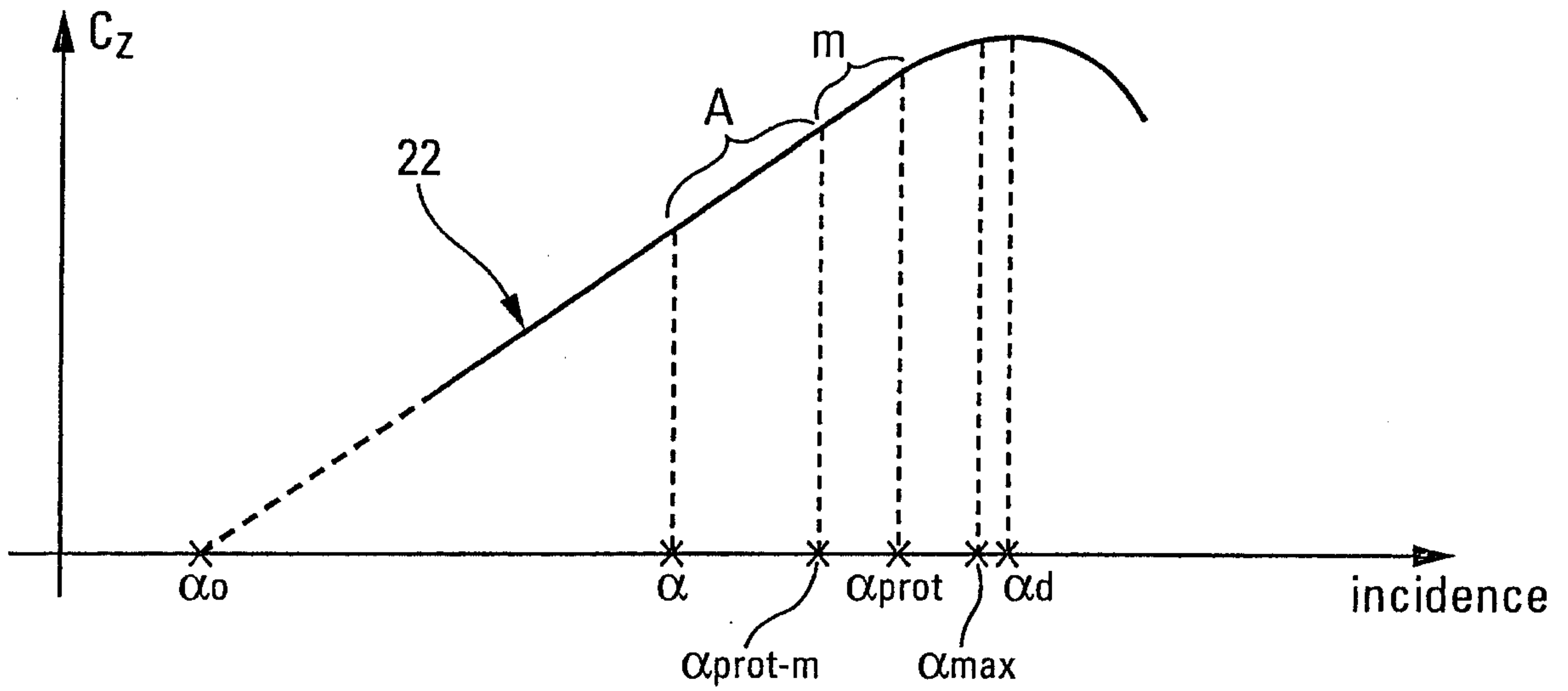


Fig. 6

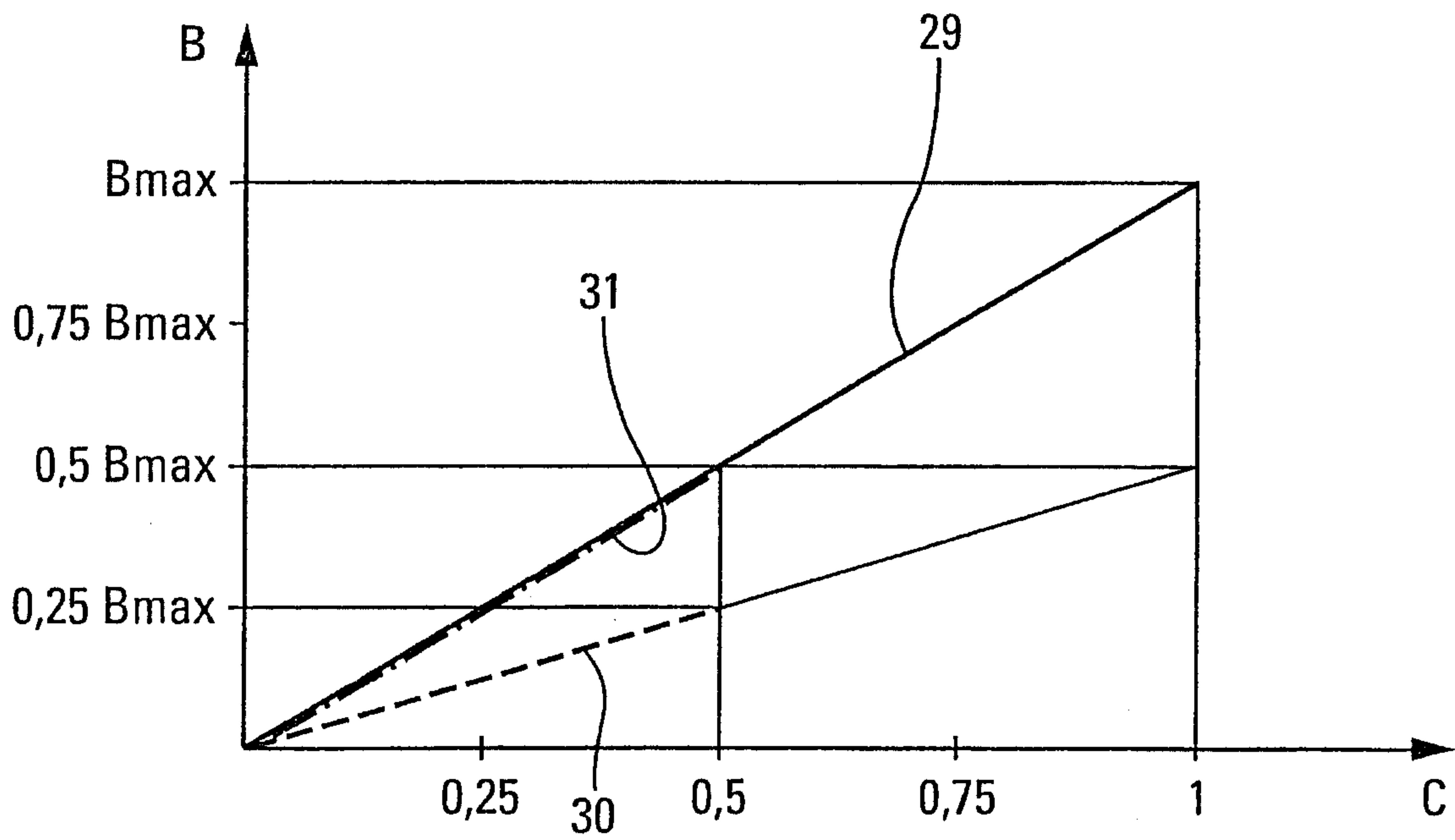


Fig. 7

