



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 00955

(22) Data de depozit: 08.10.2010

(41) Data publicării cererii:
28.02.2011 BOPI nr. 2/2011

(71) Solicitant:
• AEROSTAR S.A., STR. CONDORILOR,
NR. 9, BACĂU, BC, RO

(72) Inventatori:
• FILIP ALEXANDRU,
STR. IONIȚĂ SANDU STURZA, NR. 77,
BACĂU, BC, RO;

• FILIP GRIGORE,
STR. IONIȚĂ SANDU STURZA, NR. 77,
BACĂU, BC, RO;
• PAL ANTON, STR. PRIETENIEI, BL. 7,
SC. A, AP. 6, BACĂU, BC, RO

(54) METODĂ ȘI PALĂ PENTRU CREȘTEREA
PERFORMANȚELOR ELICELOR EOLIENE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la o pală pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene, folosite într-o instalație eoliană de producere a energiei electrice, în scopul creșterii randamentului de valorificare a potențialului energetic a vântului. Metoda conform invenției constă în prelevarea de aer din regiunea de suprapresiune a intradosului unui profil (p) al unei pale și direcționarea curentului de aer prelevat către regiunea de depresiune de pe extradossul profilului (p), prin intermediul unei fante (f) care, la valori mai mari de 8...10° ale unghiului (α) de incidență, se deschide într-un bord (b_a) de atac al profilului (p), aerul sub presiune trecut prin fantă (f) compensând depresiunea de pe extradossul profilului (p) și determinând deplasarea punctului de desprinderea stratului limită cât mai aproape de un bord de fugă al profilului (p). Pala conform invenției are în alcătuire un volet (1) la bordul de atac (b_a) al profilului (p) palei, care, la valori mici ale unghiului (α) de incidență, se menține într-o poziție "închis", încadrată perfect în suprafața contur a profilului (p) palei, iar la valori mai mari de 8...10° ale unghiului (α) de incidență, voletul (1) întrerupe continuitatea profilului (p) prin deplasarea spre înainte și spre în jos, într-o poziție "deschis", în care se formează o fantă (f), deplasarea voletului (1) realizându-se liber, sub efectul diferenței de presiune dintre intradosul profilului (p), sau automat, prin intermediul unui cal-

culator (15) ce preia datele furnizate de un senzor (16) pentru monitorizarea vitezei vântului, de un senzor (17) pentru monitorizarea unghiului (α) de incidență, și de un aparat (18) pentru măsurarea pasului general al elicei, iar în funcție de datele menționate, calculatorul (15) calculează mărimea fantei (f) necesare și transmite comenzi pentru deplasarea voletului (1), prin intermediul unui element (14) de execuție.

Revendicări: 4
Figuri: 5

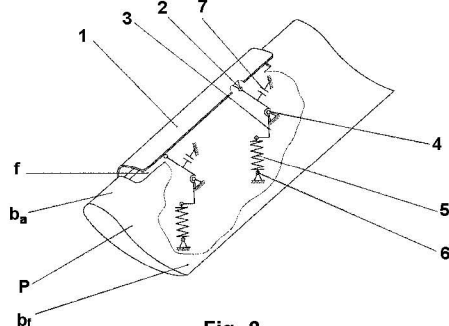


Fig. 2



Metodă și pală pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene

Invenția se referă la o metodă și la o pală pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene, utilizate în instalațiile eoliene de producere a energiei electrice, în scopul creșterii randamentului de valorificare a potențialului energetic al vântului.

Elicele eoliene sunt formate din pale cu profil aerodinamic, iar performanțele instalației eoliene depind direct de calitățile aerodinamice ale paletelor, care trebuie să funcționeze cu pierderi cât mai mici, într-o plajă largă a valorilor unghiului de incidență. Se cunosc profile aerodinamice care se folosesc în domeniul aerospațial, în cadrul a diferite metode și sisteme de hipersustentație, în scopul îmbunătățirii performanțelor aeronavelor la decolare și aterizare, prin mărirea coeficientului de portanță, consacrat în literatura de specialitate cu notația C_z . Sunt cunoscute, de asemenea, numeroase tipuri de motoare eoliene care au un randament aerodinamic acceptabil, determinat de utilizarea în construcția paletelor rotorice a unor profile aerodinamice, pline sau goale, continue pe toată suprafața activă. Astfel, se cunoaște o pală pentru motor eolian (brevet RO147232), care soluționează pe cale exclusiv aerodinamică creșterea cuplului de demaraj, prin aceea că utilizează un profil aerodinamic discontinuu în zona bordului de fugă, fiind alcătuită din niște nervuri de tablă, având forma unui profil aerodinamic, asamblate pe o tijă pe care se înfășoară o foaie de tablă ce constituie o suprafață activă cu un extradados complet și un intrados decupat pe cca 1/3 în zona bordului de fugă. Soluțiile constructive cunoscute nu asigură, însă, un randament de valorificare a potențialului energetic al vântului suficient de ridicat, acesta nedepășind în condiții reale 40%.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este creșterea randamentului de valorificare a potențialului energetic al vântului, la instalațiile eoliene de producere a energiei electrice.

Metoda și pala pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene rezolvă problema tehnică prin aceea că metoda constă în prelevarea de aer din regiunea de suprapresiune a intradosului profilului palei și direcționarea curentului de aer prelevat către regiunea de depresiune de pe extradadosul profilului, prin intermediul unei fante care, la valori mai mari de 8...10° ale unghiului de incidență, se deschide în bordul de atac al profilului, aerul sub presiune trecut prin fantă compensând depresiunea de pe

p. DIRECTOR GENERAL,
ing.
GHEORGHE EILIU



extradosul profilului și determinând deplasarea punctului de desprindere a stratului limită cât mai aproape de bordul de fugă a profilului, iar pala are în alcătuire un volet la bordul de atac al profilului, care la valori mici ale unghiului de incidență se menține într-o poziție „închis”, încadrată perfect în suprafața contur a profilului palei, iar la valori mai mari de 8...10° ale unghiului de incidență, voletul întrerupe continuitatea profilului deplasându-se înainte și în jos într-o poziție „deschis” și deschizând fanta, deplasarea voletului realizându-se liber sub efectul diferenței de presiune dintre intradosul și extradosul profilului, sau automat, prin intermediul unui calculator care preia datele furnizate de un senzor pentru monitorizarea vitezei vântului, de un senzor pentru monitorizarea unghiului de incidență și de un aparat pentru măsurarea pasului general al elicei, în funcție de datele menționate calculatorul calculează mărimea fantei necesare și transmite comenzi pentru deplasarea voletului prin intermediul unui element de execuție; voletul poate fi acționat prin intermediul unui mecanism cu pârghie, având în alcătuire o pârghie fixată la un capăt într-o articulație în jurul căreia se poate roti, menținerea voletului în poziția „închis” la valori mai mici de 8...10° ale unghiului de incidență fiind realizată fie prin intermediul unui element elastic tarat prins la un capăt de pârghie, iar la celălalt capăt prins într-o articulație, fie prin intermediul elementului de execuție, comandat de calculator, sau voletul poate fi acționat prin intermediul unui mecanism cu șină și role, având în alcătuire o șină curbată, poziționată în interiorul palei elicei, solidară cu voletul și cu posibilitate de deplasare pe niște role, montate în niște suporturi solidari cu pala, menținerea voletului în poziția „închis” la valori mai mici de 8...10° ale unghiului de incidență fiind realizată fie prin intermediul unui element elastic tarat, pretensionat prin montarea între un opritor solidar cu pala și o piuliță înșurubată pe capătul liber al șinei, fie prin intermediul elementului de execuție, comandat de calculator.

Prin utilizarea metodei și palei pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene conform invenției, se obțin următoarele avantaje:

- prin aplicarea metodei se diminuează pierderile aerodinamice determinate de desprinderea stratului limită de profilul palei;
- aplicarea metodei asigură funcționarea fără perturbații sau distorsiuni, la unghiuri

p. DIRECTOR GENERAL,
ing



de incidență și viteze mari ale vântului, ceea ce conferă fiabilitate sporită a palelor;

- aplicarea metodei și funcționarea palei conform invenției nu necesită consumarea unei puteri suplimentare de la bordul centralei eoliene.

Se dă în continuare un exemplu de realizare practică, în legătură și cu fig. 1+5, care reprezintă:

- fig. 1a- circulația fluidului pe suprafața profilului continuu;
- fig. 1b- circulația fluidului pe suprafața profilului cu fantă;
- fig. 2- pală cu volet cu mecanism cu pârghie, acționat mecanic, în poz. "deschis";
- fig. 3- pală cu volet acționat mecanic cu mecanism cu șină și role, în poz. "închis"- "deschis";
- fig. 4- pală cu volet cu mecanism cu pârghie, acționat automat, în poz. "deschis";
- fig. 5- pală cu volet cu mecanism cu șină și role, acționat automat, în poz. "deschis"

Mișcarea unui fluid în jurul unui profil aerodinamic are loc în regim optim atunci când stratul limită rămâne lipit de profil. Această condiție se realizează la valori mici ale unghiului α de incidență între direcția vântului și coarda profilului palei ($8^{\circ}+10^{\circ}$). Când valoarea unghiului α de incidență crește, se produce o scădere accentuată a presiunii statice pe extradosul profilului, ceea ce produce desprinderea stratului limită, fenomen care începe dinspre bordul de fugă și înaintază înspre bordul de atac, cu cât unghiul de incidență devine mai mare (fig. 1a). Consecința acestui fenomen este scăderea accentuată a coeficientului de portanță C_z și, respectiv, creșterea coeficientului de rezistență aerodinamică C_x . Astfel, pierderile aerodinamice devin mari, funcționarea este defectuoasă, performanțele aerodinamice ale profilului palei scad și, implicit, randamentul de valorificare energetică, respectiv de extragere a energiei vântului, se reduce.

Metoda pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene, conform invenției, are drept scop modificarea mișcării aerului pe suprafața profilului palei elicei eoliene, astfel încât aceasta să se apropie cât mai mult de o mișcare irotațională, adică

p. DIRECTOR GENERAL,
ing.



mișcarea aerului în jurul profilului palelor să se apropie de mișcarea fluidelor perfecte. Metoda constă în prelevarea de aer din regiunea de suprapresiune a intradosului profilului p și direcționarea curentului de aer prelevat către regiunea de depresiune de pe extradadosul profilului, prin intermediul unei fante f , care se deschide în bordului de atac b_a a profilului p . Presiunea ridicată a curentului de aer trecut prin fanta f , compensează depresiunea de pe extradadosul profilului, care apare la valori mari ale unghiului α de incidență și se realizează astfel o accelerare a mișcării aerului, care împiedică desprinderea stratului limită de pe extradadosul profilului, respectiv determină deplasarea punctului de desprindere cât mai aproape de bordul de fugă b_f al profilului. În fig. 1b se prezintă circulația aerului pe suprafața unui profil cu fantă, comparativ cu circulația aerului pe suprafața unui profil continuu, prezentată în fig. 1a. Deschiderea fantei poate fi realizată mecanic sau automat, la creșterea valorii unghiului α de incidență.

Prin aplicarea metodei, coeficientul de portanță C_z se menține la valori ridicate chiar în condițiile în care unghiul α de incidență crește, iar curba de variație a coeficientului de portanță C_z în funcție de unghiul de incidență, rămâne ascendentă într-un domeniu mai larg al valorilor acestuia. Rezultatul este îmbunătățirea performanțelor aerodinamice ale palelor elicelor eoliene pe seama măririi plajei de valori ale unghiului α de incidență pentru care elicea eoliană poate funcționa cu randament ridicat.

Pala pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene, conform invenției, are în alcătuire un volet 1 la bordul de atac b_a al profilului palei elicei eoliene, volet care poate ocupa o poziție „închis” sau o poziție „deschis”. În poziția „închis” suprafața voletului 1 se încadrează perfect în suprafața contur a profilului palei. La valori de $8^\circ+10^\circ$ ale unghiului α de incidență, voletul 1 este presat de bordul de atac și rămâne în poziția „închis”. La valori mai mari ale unghiului α de incidență, voletul 1 se dezlipește de bordul de atac, întrerupe continuitatea profilului p și ajunge în poziția „deschis” printr-o deplasare înainte și către în jos, deschizând fanta f pentru dirijarea curentului de aer conform metodei descrise. Aerul de pe intradosul profilului, de presiune ridicată, pătrunde prin fanta f și accelerează straturile de aer ce îmbracă

p. DIRECTOR GENERAL,
ing



extradosul profilului, împingând punctul de desprindere a stratului limită către bordul de fugă b_f al profilului și reducând astfel pierderile aerodinamice.

Mărimea fantei f este corelată cu mărimea unghiului α de incidență și viteza v a aerului care vine în contact cu profilul palei. Deschiderea fantei f se realizează necomandat, sub efectul diferenței de presiune dintre intradosul și extradosul profilului; deschiderea fantei f se poate realiza și prin comandarea mecanică sau electrică a voletului 1, comanda fiind în funcție de pasul elicei, unghiul de incidență și viteza vântului.

Astfel, într-o primă variantă constructivă (fig. 2), voletului 1 fixat la fiecare extremitate într-o articulație 2 mobilă, este acționat bilateral prin intermediul unui mecanism cu pârghie, care are în alcătuire o pârghie 3, ce execută o mișcare de rotație în jurul unei articulații 4, solidară cu structura palei. Poziția „închis” se menține cu ajutorul unui element elastic 5 tarat, prins cu un capăt de pârghia 3, iar în celălalt capăt prins într-o articulație 6, solidară cu structura palei. La unghiuri de incidență mari, din cauza diferenței de forțe ce se dezvoltă ca urmare a scăderii presiunii statice la desprinderea stratului limită pe extradosul profilului palei, forța elastică a elementului elastic 5 tarat, este învinsă și voletul 1 se deplasează în poziția „deschis”. Mărimea fantei f ce se formează la deplasarea voletului 1 din poziția „închis” în poziția „deschis”, este proporțională cu diferența de forțe, determinată de viteza vântului și de unghiul α de incidență. Mărimea fantei f este limitată bilateral de un opritor 7. Aerul de pe intradosul profilului, de presiune ridicată, pătrunde prin fanta f realizată prin deplasarea voletului 1, accelerează fileurile de aer ce îmbracă extradosul, împingând punctul de desprindere a stratului limită către bordul de fugă b_f a profilului și reducând astfel pierderile aerodinamice ale palei eoliene, efectul fiind creșterea randamentului de valorificare a potențialului energetic al vântului. Când direcția vântului se modifică și unghiul α de incidență scade, diferența de forțe ce se dezvoltă ca urmare a scăderii presiunii statice la desprinderea stratului limită pe extradosul profilului palei nu mai este suficientă pentru a învinge forța elastică a elementului elastic 5 tarat și, în consecință, voletul 1 revine în poziția „închis”

p. DIRECTOR GENERAL,
ing.



Într-o altă altă variantă constructivă (fig. 3), voletul **1** este fixat prin intermediul unei asamblări demontabile sau nedemontabile cunoscute, de o șină **8** curbată, poziționată în interiorul palei. Șina **8** se poate deplasa pe niște role **9** montate în niște suportți **10**, solidari cu pala. Voletul **1** este menținut în poziția „închis” prin intermediul unui element elastic **11** tarat, pretensionat prin montarea între un opritor **12** solidar cu pala **p** și o piuliță **13**, înșurubată pe capătul liber al șinei **8**; valoarea forței elastice se reglează cu ajutorul piuliței **13**. La unghiuri de incidență mari, diferența de forțe, dezvoltată ca urmare a scăderii presiunii statice la desprinderea stratului limită pe extradusul profilului palei, învinge forța elastică a elementului elastic **11** tarat și voletul **1** solidar cu șina **8** se deplasează în poziția „deschis”. Mărimea fantei **f** ce se formează este limitată de înălțimea de blocare a elementului elastic **11** tarat. Voletul **1** revine în poziția „închis” când direcția vântului se modifică și unghiul α de incidență scade, sub acțiunea forței elastice a elementului elastic **11** tarat.

În ambele variante constructive descrise, comanda mecanismelor care acționează voletul **1** poate fi realizată și în mod automat (fig. 4, 5), fără a mai fi nevoie de elementele elastice tarate **5** și, respectiv, **11**. În acest caz menținerea voletului **1** în poziția „închis”, ca și deplasarea în poziția „deschis”, se execută prin intermediul unui element **14** de execuție, în sine cunoscut, comandat de un calculator **15**, pe care rulează o aplicație software specifică ce prelucrează datele furnizate de un senzor **16** pentru monitorizarea vitezei **v** a vântului, de un senzor **17** pentru monitorizarea unghiul α de incidență și de un aparat **18** pentru măsurarea pasului general **p₀** al elicei eoliene. În funcție de informațiile primite, calculatorul calculează mărimea fantei **f** necesare pentru optimizarea funcționării elicei eoliene și transmite către elementul **14** de execuție, comanda pentru deplasarea voletului **1**.

În oricare dintre variantele constructive, mecanismele de acționare a voletului **1**, descrise, se amplasează de-a lungul zonei centrale a palei eoliene, în zona bordului de atac. Voletul **1** poate fi construit dintr-unul sau mai multe tronsoane, fiecare tronson putând fi acționat independent.

p. DIRECTOR GENERAL,
ing.  

Revendicări

1. Metodă pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene alcătuite din pale cu profil **(p)** aerodinamic, care optimizează mișcarea aerului în jurul profilului **(p)** la valori mai mari de $8...10^\circ$ ale unghiului **(α)** de incidență între direcția vântului și coarda profilului palei, **caracterizată prin aceea că**, constă în prelevarea de aer din regiunea de suprapresiune a intradosului profilului **(p)** al palei și direcționarea curentului de aer prelevat către regiunea de depresiune de pe extradossul profilului, prin intermediul unei fante **(f)** care, la valori mai mari de $8...10^\circ$ ale unghiului **(α)** de incidență, se deschide în bordul de atac **(b_a)** al profilului, aerul sub presiune trecut prin fanta **(f)** compensând depresiunea de pe extradossul profilului și determinând deplasarea punctului de desprindere a stratului limită cât mai aproape de bordul de fugă **(b_f)** al profilului.

2. Pală pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene, cu profil **(p)** aerodinamic discontinuu, care intră în componența elicelor eoliene, **caracterizată prin aceea că**, are în alcătuire un volet **(1)** la bordul de atac **(b_a)** al profilului **(p)** al palei, care la valori mici ale unghiului **(α)** de incidență se menține într-o poziție „închis”, încadrată perfect în suprafața contur a profilului **(p)** al palei, iar la valori mai mari de $8...10^\circ$ ale unghiului **(α)** de incidență, voletul **(1)** întrerupe continuitatea profilului **(p)** prin depasarea înainte și în jos, într-o poziție „deschis” în care se formează o fantă **(f)**, deplasarea voletului **(1)** realizându-se liber sub efectul diferenței de presiune dintre intradosul și extradossul profilului, sau automat, prin intermediul unui calculator **(15)** care preia datele furnizate de un senzor **(16)** pentru monitorizarea vitezei vântului, de un senzor **(17)** pentru monitorizarea unghiului de incidență și de un aparat **(18)** pentru măsurarea pasului general al elicei, iar în funcție de datele menționate calculatorul **(15)** calculează mărimea fantei **(f)** necesare și transmite comenzi pentru deplasarea voletului **(1)** prin intermediul unui element **(14)** de execuție.

3. Pală conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că**, voletul **(1)** poate fi acționat prin intermediul unui mecanism cu pârghie, având în alcătuire o pârghie **(3)** fixată la un capăt într-o articulație **(4)** în jurul căreia se poate roti, menținerea

p. DIRECTOR GENERAL,
ing



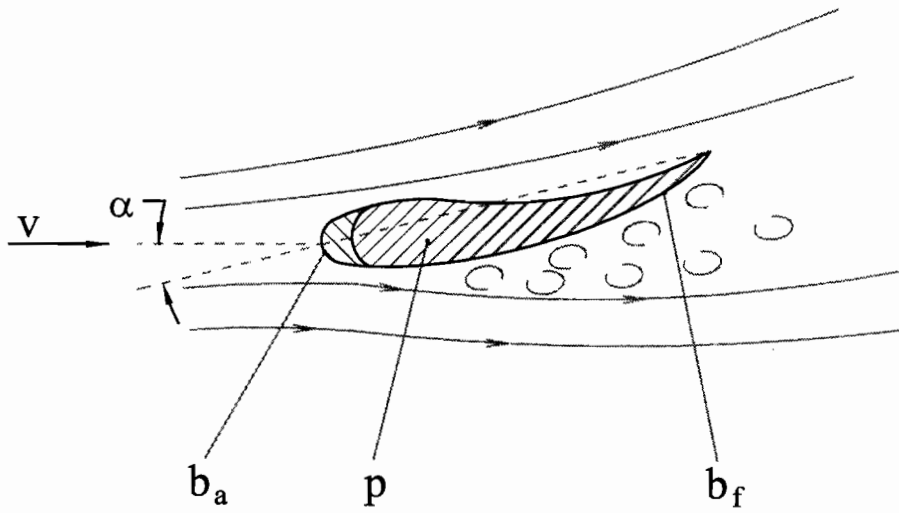
voletului (1) în poziția „închis” la valori mai mici de $8...10^\circ$ ale unghiului (α) de incidență fiind realizată fie prin intermediul unui element elastic (5) tarat, prins la un capăt de pîrghia (3), iar la celălalt capăt prins într-o articulație (6), fie prin intermediul elementului (14) de execuție, comandat de calculatorul (15).

4. Pală conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că**, voletul (1) poate fi acționat prin intermediul unui mecanism cu șină și role, având în alcătuire o șină (8) curbată, poziționată în interiorul palei elicei, solidară cu voletul (1) și care se deplasează pe niște role (9), montate în niște suportți (10) solidari cu pala, menținerea voletului (1) în poziția „închis” la valori mai mici de $8...10^\circ$ ale unghiului (α) de incidență fiind realizată fie prin intermediul unui element elastic (11) tarat, pretensionat prin montarea între un opritor (12) solidar cu pala și o piuliță (13) înșurubată pe capătul liber al șinei (8), fie prin intermediul elementului (14) de execuție, comandat de calculatorul (15).

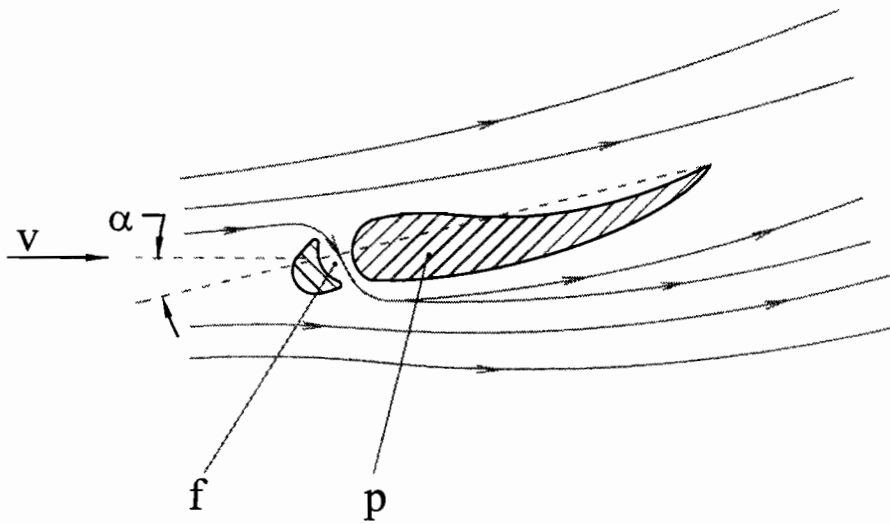


p. DIRECTOR GENERAL
ing.

Grigore FILIP



a



b

Fig. 1

p. DIRECTOR GENERAL
Grigore FILIP





p. DIRECTOR GENERAL
Grigore Filip

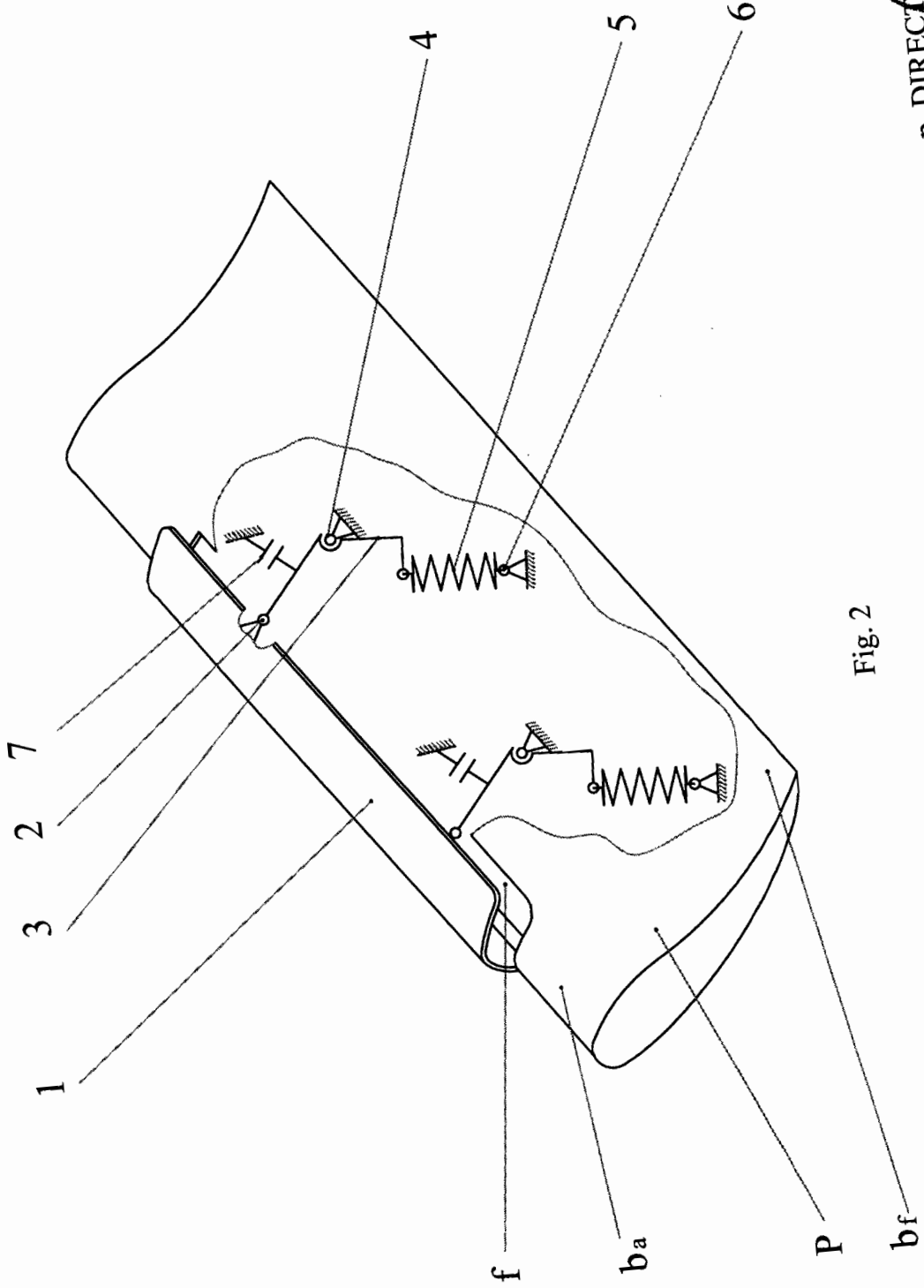


Fig. 2



p. DIRECTOR GENERAL
Grigore FILIP

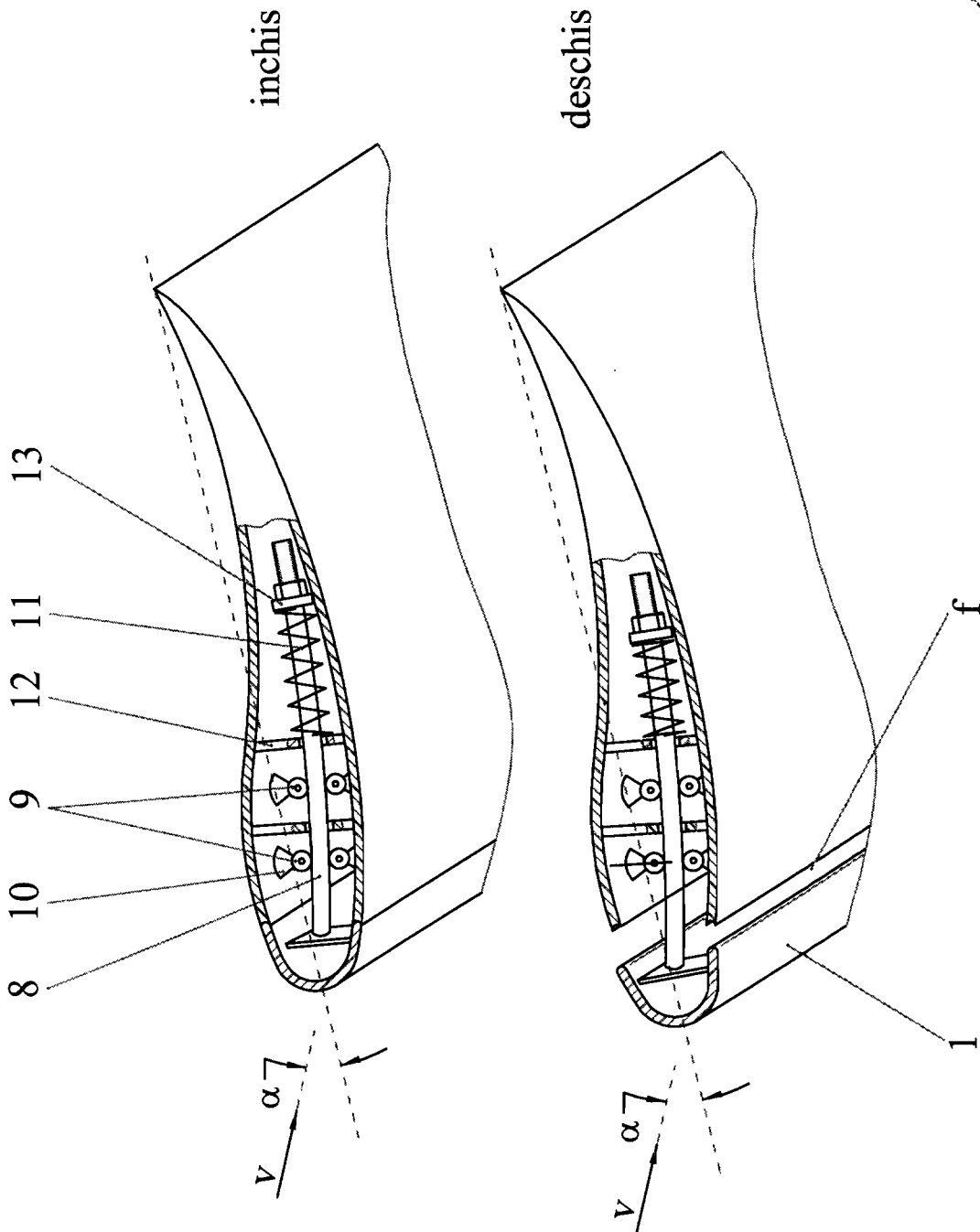


Fig. 3

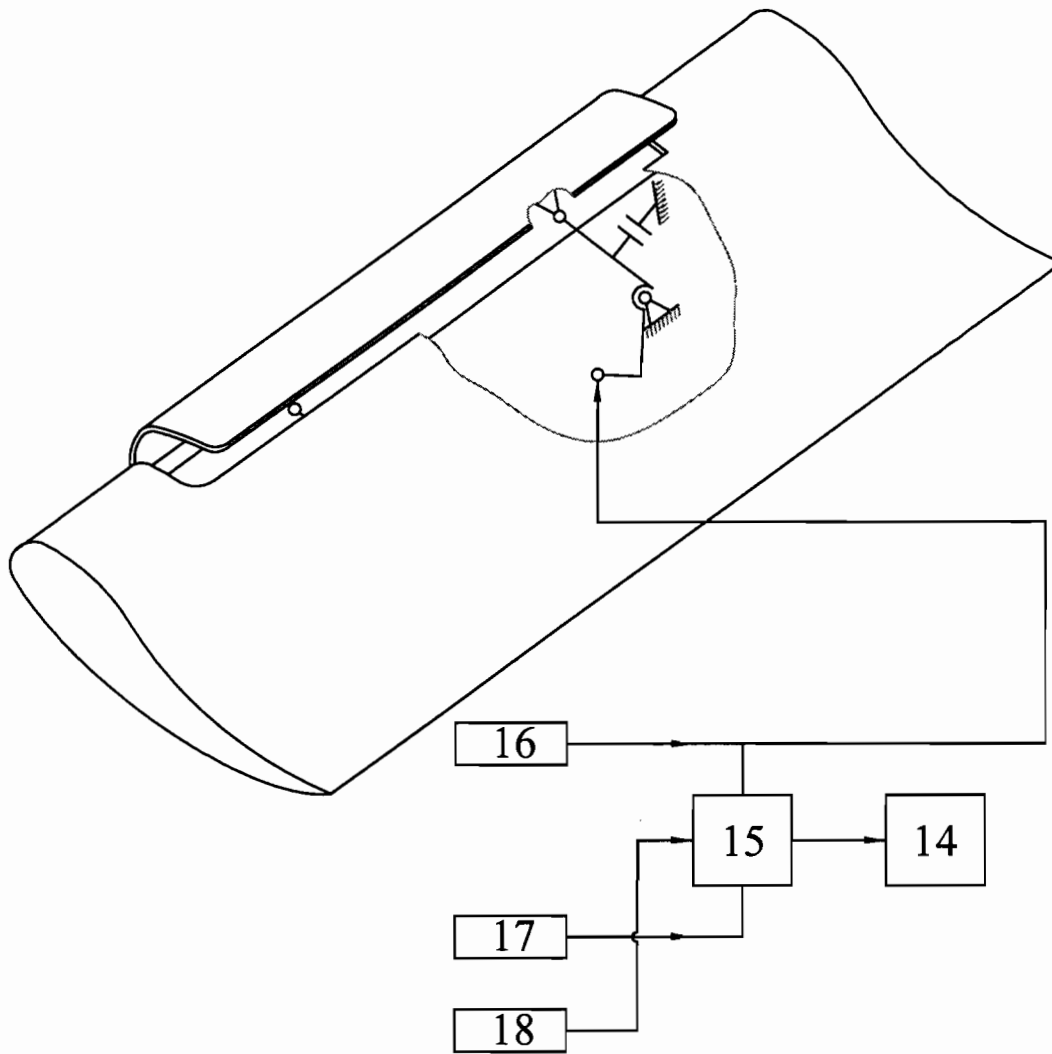


Fig. 4

p. DIRECTOR GENERAL
Grigore FILIP



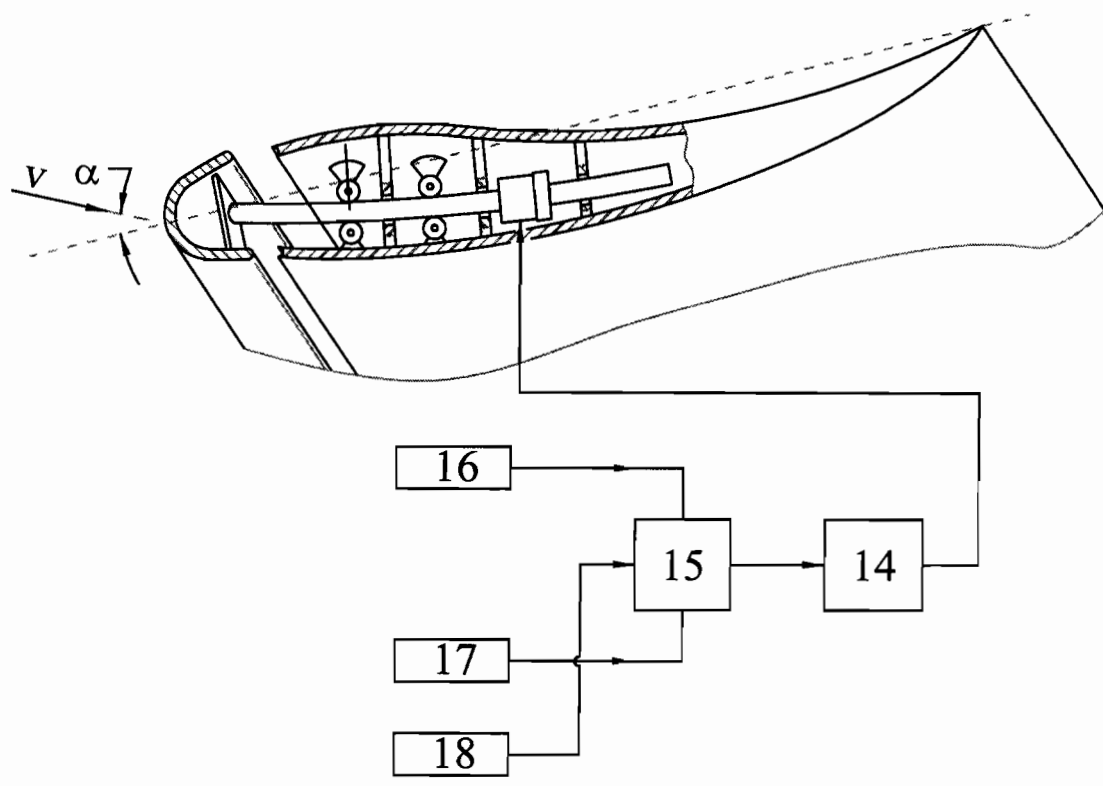


Fig. 5

p. DIRECTOR GENERAL
Grigore FILIP

