



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00955**

(22) Data de depozit: **08.10.2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.05.2013** BOPI nr. **5/2013**

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

(73) Titular:
• **AEROSTAR S.A. BACĂU,**
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 NR.7,**
SC.A, AP.6, BACĂU, BC, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 107455 B1; FR 2406094

(54) **METODĂ ȘI PALĂ PENTRU CREȘTEREA
PERFORMANȚELOR ELICELOR EOLIENE**



RO 126053 B1

1 Inventția 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
3 randamentului de valorificare a potențialului energetic al vântului.

Elicele eoliene sunt formate din pale cu profil aerodinamic, iar performanțele
5 instalației eoliene depind direct de calitățile aerodinamice ale palelor, care trebuie să
funcționeze cu pierderi cât mai mici, într-o plajă largă a valorilor unghiului de incidență.

7 Sunt cunoscute numeroase tipuri de motoare eoliene, care au un randament
aerodinamic acceptabil, determinat de utilizarea, în construcția palelor rotorice, a unor
9 profiluri aerodinamice, pline sau goale, continue pe toată suprafața activă.

11 Astfel, este cunoscută o pală pentru motor eolian (brevet **RO 107455 B1**), 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
13 nervuri din tablă, având forma unui profil aerodinamic, asamblate pe o tijă pe care se
înfășoară o foaie din tablă, ce constituie o suprafață activă cu un extrados complet și un
15 intrados decupat pe circa 1/3 în zona bordului de fugă. Soluția cunoscută nu asigură, însă,
un randament de valorificare a potențialului energetic al vântului suficient de ridicat, acesta
17 nedepășind în condiții reale 40%.

19 Este cunoscută, de asemenea, o soluție de motor eolian (**FR 2406094**) care are o
turbina eoliană, la care o parte a fiecărei pale este orientabilă, fiind prevăzut un cablu de
comandă care permite reglarea orientării în poziția cea mai favorabilă, pe plan aerodinamic,
21 în raport cu direcția vântului.

23 Este cunoscută o metodă pentru creșterea performanței elicei eoliene, care utilizează
un profil aerodinamic continuu, în scopul îmbunătățirii performanțelor aeronavelor la decolare
și aterizare, prin mărirea coeficientului de portanță, consacrat în literatura de specialitate cu
25 notația **Cz**. Randamentul aerodinamic este determinat de construcția palei, care are un
extrados complet și un intrados, decupat pe circa 1/3 în zona bordului de fugă. Viteza
27 vântului acționează, cel puțin asupra unei pale dinspre bordul de fugă, situație în care
rezistența de formă este mai mare, ceea ce duce la creșterea momentului de demaraj.

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

33 Metoda și pala pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene, conform invenției,
rezolvă problema tehnică, prin aceea că pala este prevăzută cu un senzor pentru
monitorizarea vitezei vântului, cu un senzor pentru monitorizarea unghiului de incidență și
35 cu un aparat pentru măsurarea pasului general al elicei, astfel încât voletul, la valori mici ale
unghiului de incidență, se menține într-o poziție „închis”, încadrat perfect în suprafața de
37 contur a profilului palei, iar la valori mai mari de 8...10° ale unghiului de incidență, voletul
întrerupe continuitatea profilului, prin deplasarea înainte și în jos, într-o poziție „deschis”, în
39 care se formează fanta de direcționare a aerului, deplasarea voletului realizându-se liber,
sub efectul diferenței de presiune dintre intradosul și extradosul profilului, sau automat, prin
41 intermediul unui calculator care preia datele furnizate de senzorul pentru monitorizarea
vitezei vântului, de senzorul pentru monitorizarea unghiului de incidență și de aparatul pentru
43 măsurarea pasului general al elicei, și în funcție de datele menționate, calculatorul determină
mărimea necesară a fantei și transmite comenzi pentru deplasarea voletului prin intermediul
45 unui element de execuție.

47 Voletul este acționat prin intermediul unui mecanism ce are 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 prin intermediul
49 unui element elastic tarat, prins la un capăt de pârghie, iar la celălalt capăt, prins într-o
articulație sau prin intermediul elementului de execuție, comandat de calculator.

RO 126053 B1

Voletul poate fi acționat prin intermediul unui mecanism alcătuit dintr-o șină curbată, poziționată în interiorul palei elicei, solidară cu voletul și care se deplasează pe niște role, montate în niște suporturi solidare cu pala, menținerea voletului în poziția „închis”, la valori mai mici de 8...10° ale unghiului de incidență, fiind realizată prin intermediul unui element elastic tarat, pretensionat prin montarea între un opritor solidar cu pala și o piuliță înșurubată pe capătul liber al șinei sau prin intermediul elementului de execuție, comandat de calculator.	1
Metoda pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene, utilizată pentru aplicarea palei, constă în prelevarea aerului din regiunea de suprapresiune a intradosului profilului palei și direcționarea curentului de aer prelevat către regiunea de depresiune de pe extradossul profilului, prin intermediul fantei care se deschide în bordul de atac al profilului, mecanic sau automat, la valori mai mari de 8...10° ale unghiului de incidență, mărimea fantei fiind corelată cu mărimea unghiului de incidență și viteza aerului care vine în contact cu profilul palei, iar deschiderea acesteia se realizează prin comandarea mecanică sau electrică a voletului, comanda fiind în funcție de pasul elicei, unghiul de incidență și viteza vântului.	3
Prin utilizarea metodei și a palei pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene, conform invenției, se obțin următoarele avantaje:	5
- prin aplicarea metodei, se diminuează pierderile aerodinamice determinate de desprinderea stratului limită de profilul palei;	7
- aplicarea metodei asigură funcționarea fără perturbații sau distorsiuni, la unghiuri de incidență și viteze mari ale vântului, ceea ce conferă fiabilitate sporită palelor;	9
- aplicarea metodei și funcționarea palei, conform invenției, nu necesită consumarea unei puteri suplimentare de la bordul centralei eoliene.	11
Se dau, în continuare, două exemple de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1....7, care reprezintă:	13
- fig. 1, schemă a circulației fluidului pe suprafața profilului continuu;	15
- fig. 2, schemă a circulației fluidului pe suprafața profilului cu fantă;	17
- fig. 3, pala cu volet cu mecanism cu pârghie, acționat mecanic, în poziția "deschis";	19
- fig. 4, pala cu volet acționat mecanic cu mecanism cu șină și role, în poziția "închis";	21
- fig. 5, pala cu volet acționat mecanic cu mecanism cu șină și role, în poziția "deschis";	23
- fig. 6, pala cu volet cu mecanism cu pârghie, acționat automat, în poziția "deschis";	25
- fig. 7, pala cu volet cu mecanism cu șină și role, acționat automat, în poziția "deschis".	27
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...10°). Când valoarea unghiului α de incidență crește, se produce o scădere accentuată a presiunii statice pe extradossul profilului, ceea ce produce desprinderea stratului limită, fenomen care începe dinspre bordul de fugă și înaintează înspre bordul de atac, cu cât unghiul de incidență devine mai mare (fig. 1).	29
Consecința acestui fenomen este scăderea accentuată a coeficientului de portanță C 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.	31
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 mișcarea aerului în jurul profilului palelor să se apropie de mișcarea fluidelor perfecte.	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47
	49

RO 126053 B1

1 Metoda constă în prelevarea de aer din regiunea de suprapresiune a intradosului
2 profilului p și direcționarea curentului de aer prelevat către regiunea de depresiune de pe
3 extradossul profilului, prin intermediul unei fante f , care se deschide în bordului de atac b_a α
4 al profilului p . Presiunea ridicată a curentului de aer trecut prin fanta f compensează
5 depresiunea de pe extradossul profilului, care apare la valori mari ale unghiului α de incidență
6 și se realizează astfel o accelerare a mișcării aerului, care împiedică desprinderea stratului
7 limită de pe extradossul profilului, respectiv, determină deplasarea punctului de desprindere
8 cât mai aproape de bordul de fugă b_f al profilului.

9 În fig. 2, se prezintă circulația aerului pe suprafața unui profil cu fantă, comparativ cu
10 circulația aerului pe suprafața unui profil continuu, prezentată în fig. 1. Deschiderea fantei
11 poate fi realizată mecanic sau automat, la creșterea valorii unghiului α de incidență.

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

18 Pala pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene, conform invenției, are în
19 alcătuire un volet 1 la bordul de atac b_a al profilului palei elicei eoliene, volet care poate
20 ocupa o poziție „închis” sau o poziție „deschis”. În poziția „închis”, suprafața voletului 1 se
21 încadrează perfect în suprafața contur a profilului palei. La valori de $8...10^\circ$ ale unghiului α
22 de incidență, voletul 1 este presat de bordul de atac și rămâne în poziția „închis”. La valori
23 mai mari ale unghiului α de incidență, voletul 1 se dezlipște de bordul de atac, întrerupe
24 continuitatea profilului p și ajunge în poziția „deschis”, printr-o deplasare înainte și către în
25 jos, deschizând fanta f , pentru dirijarea curentului de aer, conform metodei descrise. Aerul
26 de pe intradosul profilului, de presiune ridicată, pătrunde prin fanta f și accelerează straturile
27 de aer ce îmbracă extradossul profilului, împingând punctul de desprindere a stratului limită
28 către bordul de fugă b_f al profilului și reducând astfel pierderile aerodinamice.

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

34 Astfel, într-un prim exemplu de realizare, prezentat în fig. 3, voletului 1 , fixat, la
35 fiecare extremitate, într-o articulație 2 mobilă, este acționat bilateral, prin intermediul unui
36 mecanism cu pârghie, care are în alcătuire o pârghie 3 , ce execută o mișcare de rotație în
37 jurul unei articulații 4 , solidară cu structura palei. Poziția „închis” se menține cu ajutorul unui
38 element elastic 5 tarat, prins cu un capăt de pârghia 3 , iar în celălalt capăt, prins într-o
39 articulație 6 , solidară cu structura palei. La unghiuri de incidență mari, din cauza diferenței
40 de forțe ce se dezvoltă ca urmare a scăderii presiunii statice la desprinderea stratului limită
41 pe extradossul profilului palei, forța elastică a elementului elastic 5 tarat este învinsă și voletul
42 1 se deplasează în poziția „deschis”. Mărimea fantei f , ce se formează la deplasarea
43 voletului 1 din poziția „închis” în poziția „deschis”, este proporțională cu diferența de forțe,
44 determinată de viteza vântului și de unghiul α de incidență. Mărimea fantei f este limitată
45 bilateral de un opritor 7 . Aerul de pe intradosul profilului, de presiune ridicată, pătrunde prin
46 fanta f , realizată prin deplasarea voletului 1 , accelerează fileurile de aer ce îmbracă
47 extradossul, împingând punctul de desprindere a stratului limită către bordul de fugă b_f al

RO 126053 B1

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 extradusul 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”.

Într-un alt exemplu de realizare, prezentat în fig. 4, 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 suporturi **10**, solidare 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 exemple de realizare descrise, comanda mecanismelor care acționează voletul **1** poate fi realizată și în mod automat (fig. 6 și 7), 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 **p_g** al elicei eoliene. În funcție de informațiile primite, calculatorul calculează mărimea fantei **f**, necesară pentru optimizarea funcționării elicei eoliene, și transmite, către elementul **14** de execuție, comanda pentru deplasarea voletului **1**.

În oricare dintre exemplele de realizare, 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.

RO 126053 B1

Revendicări

1

3

1. Pală pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene, care are un profil (**p**) aerodinamic discontinuu și este prevăzută cu un volet (**1**), pe bordul de atac (**b_a**), ce permite direcționarea unei părți a curentului de aer, printr-o fantă (**f**), de pe intradosul profilului pe extradadosul acestuia, **caracterizată prin aceea că** este prevăzută cu un senzor (**16**) pentru monitorizarea vitezei vântului, cu un senzor (**17**) pentru monitorizarea unghiului de incidență și cu un aparat (**18**) pentru măsurarea pasului general al elicei, astfel încât voletul (**1**), la valori mici ale unghiului (**a**) de incidență, se menține într-o poziție „închis”, încadrat perfect în suprafața de contur a profilului (**p**) palei, iar la valori mai mari de 8...10° ale unghiului (**a**) de incidență, voletul (**1**) întrerupe continuitatea profilului (**p**), prin deplasarea înainte și în jos, într-o poziție „deschis”, în care se formează fanta (**f**) de direcționare a aerului, deplasarea voletului (**1**) realizându-se liber, sub efectul diferenței de presiune dintre intradosul și extradadosul profilului (**p**), sau automat, prin intermediul unui calculator (**15**) care preia datele furnizate de senzorul (**16**) pentru monitorizarea vitezei vântului, de senzorul (**17**) pentru monitorizarea unghiului de incidență și de aparatul (**18**) pentru măsurarea pasului general al elicei, și în funcție de datele menționate, calculatorul (**15**) determină mărimea necesară a fantei (**f**) și transmite comenzi pentru deplasarea voletului (**1**), prin intermediul unui element (**14**) de execuție.

11

13

15

17

19

21

23

25

2. Pală conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** voletul (**1**) este acționat prin intermediul unui mecanism ce are în alcătuire o pârghie (**3**) fixată la un capăt într-o articulație (**4**), în jurul căreia se poate roti, menținerea voletului (**1**) în poziția „închis”, la valori mai mici de 8...10° ale unghiului (**a**) de incidență, fiind realizată prin intermediul unui element elastic (**5**), tarat, prins la un capăt de pârghie (**3**), iar la celălalt capăt, prins într-o articulație (**6**), sau prin intermediul elementului (**14**) de execuție, comandat de calculator (**15**).

27

29

31

33

3. Pală conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** voletul (**1**) poate fi acționat prin intermediul unui mecanism alcătuit dintr-o șină (**8**) curbată, poziționată în interiorul palei elicei, solidară cu voletul (**1**) și care se deplasează pe niște role (**9**) montate în niște suporturi (**10**) solidare cu pala, menținerea voletului (**1**) în poziția „închis”, la valori mai mici de 8...10° ale unghiului (**a**) de incidență, fiind realizată 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**) sau prin intermediul elementului (**14**) de execuție, comandat de calculator (**15**).

35

37

39

41

4. Metodă pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene, utilizată pentru aplicarea palei conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** aceasta constă în prelevarea aerului din regiunea de suprapresiune a intradosului profilului (**p**) palei și direcționarea curentului de aer prelevat către regiunea de depresiune de pe extradadosul profilului, prin intermediul fantei (**f**) care se deschide în bordul de atac (**b_a**) al profilului, mecanic sau automat, la valori mai mari de 8...10° ale unghiului (**a**) de incidență, mărimea fantei (**f**) fiind corelată cu mărimea unghiului (**a**) de incidență și viteza (**v**) aerului care vine în contact cu profilul palei, iar deschiderea acesteia se realizează prin comandarea mecanică sau electrică a voletului (**1**), comanda fiind în funcție de pasul elicei, unghiul de incidență și viteza vântului.

(51) Int.Cl.

F03D 3/00 (2006.01);

F03D 3/04 (2006.01);

B64C 3/14 (2006.01)

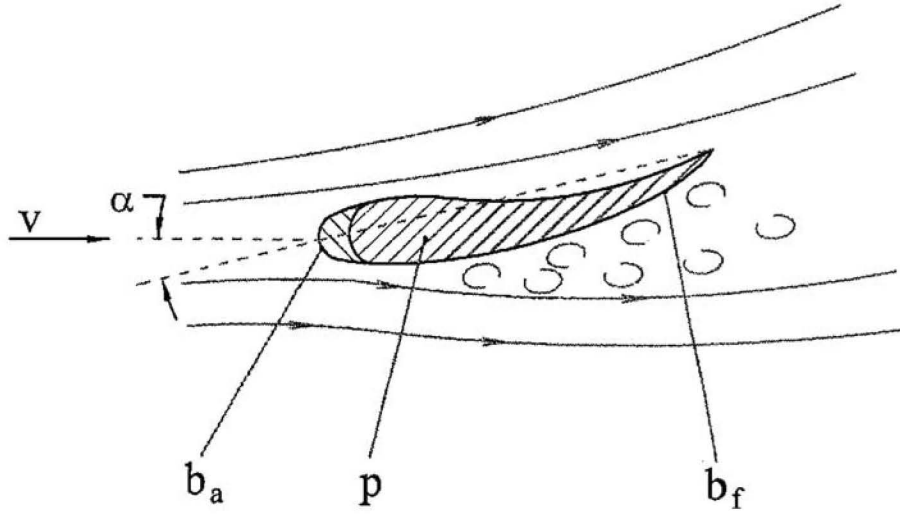


Fig. 1

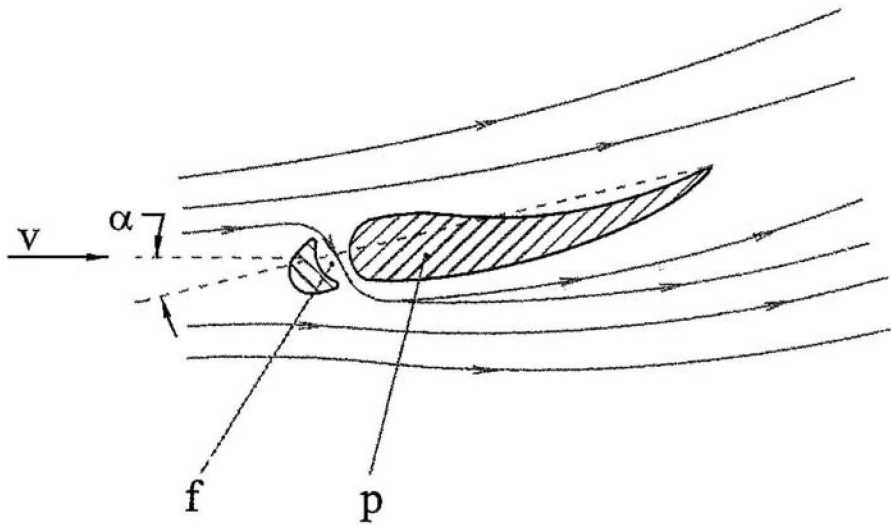


Fig. 2

(51) Int.Cl.

F03D 3/00 (2006.01),

F03D 3/04 (2006.01),

B64C 3/14 (2006.01)

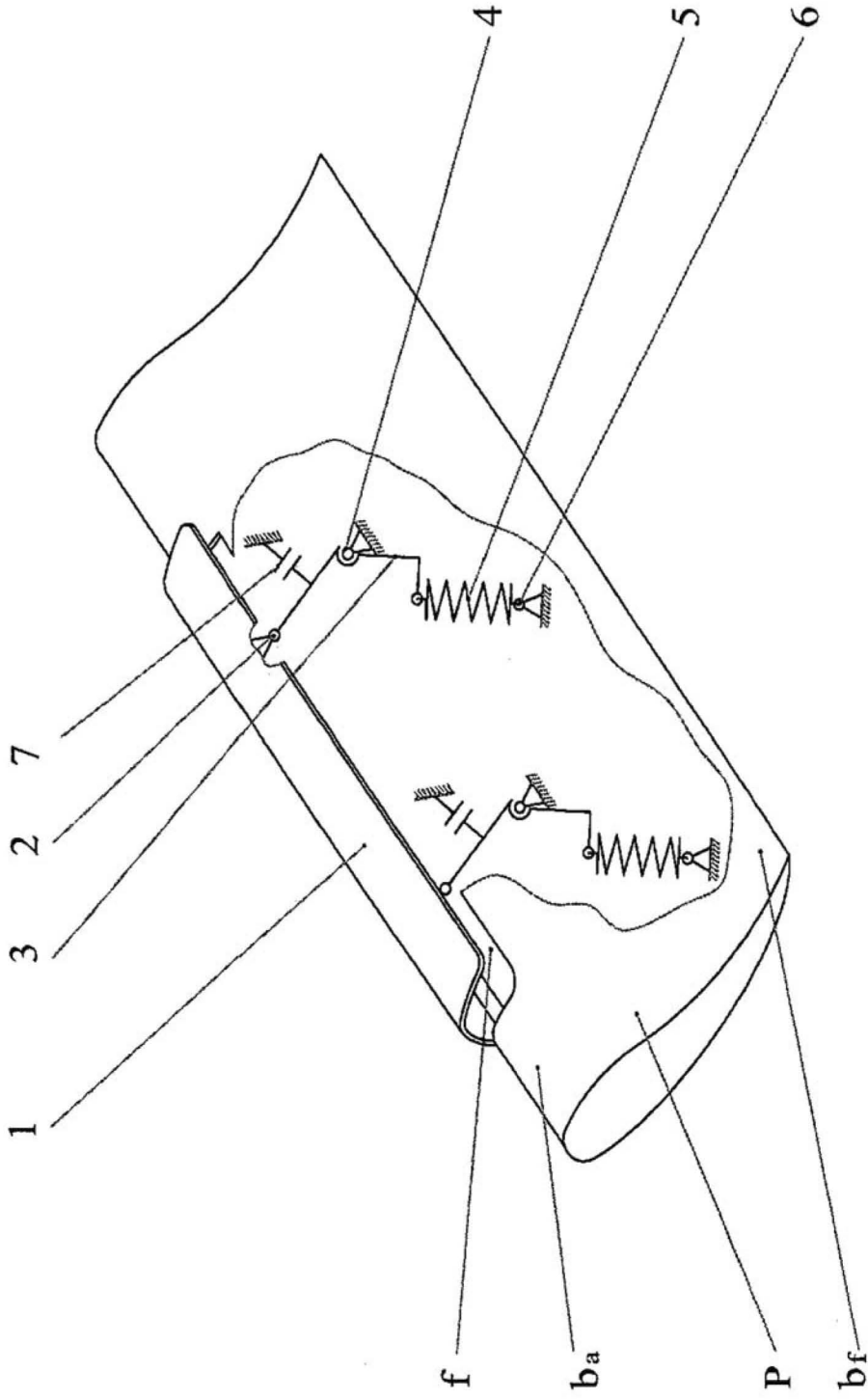


Fig. 3

(51) Int.Cl.

F03D 3/00 (2006.01);

F03D 3/04 (2006.01);

B64C 3/14 (2006.01)

Fig. 4
închis

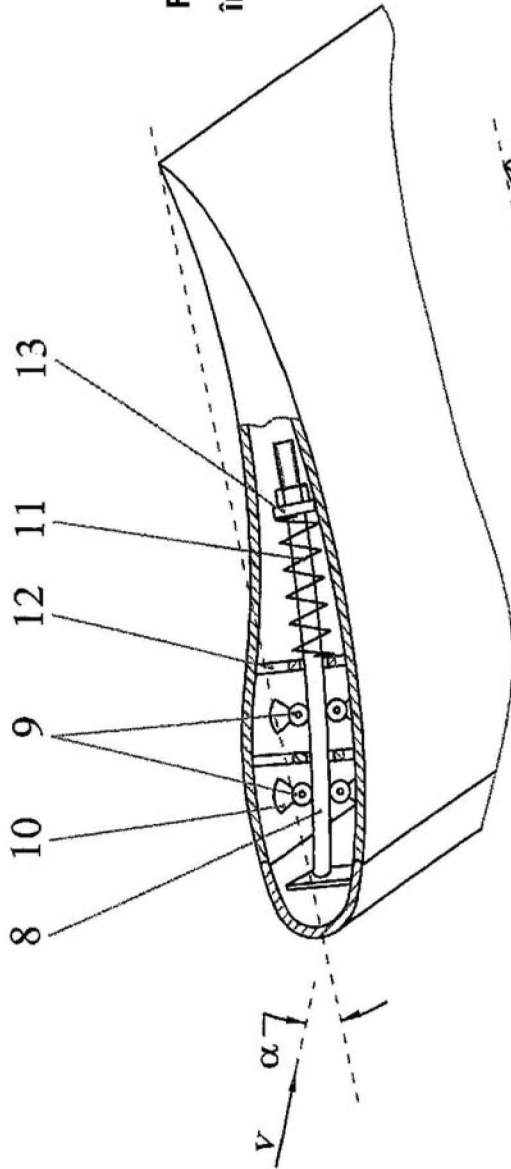
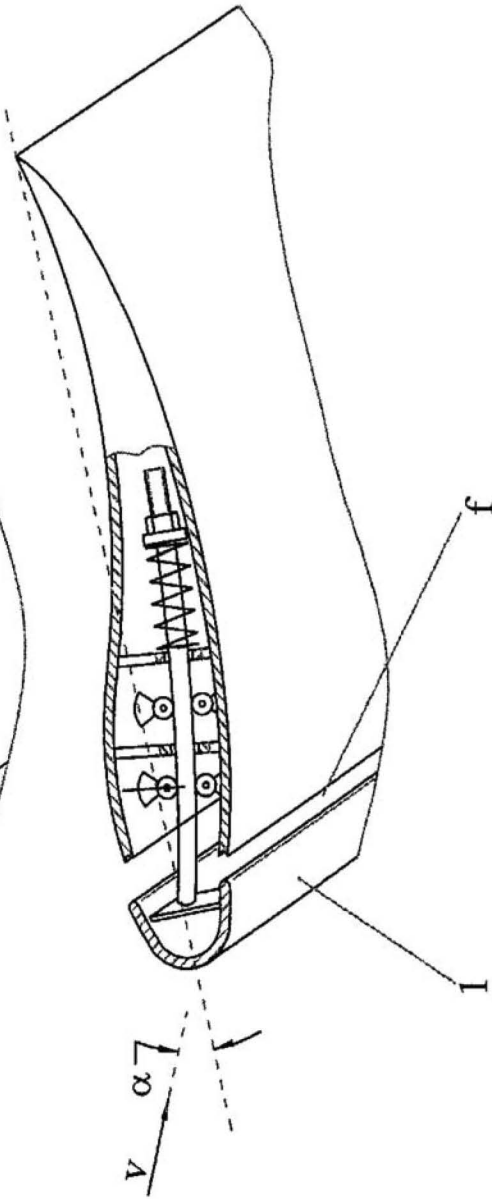


Fig. 5
deschis



(51) Int.Cl.

F03D 3/00 (2006.01);

F03D 3/04 (2006.01);

B64C 3/14 (2006.01)

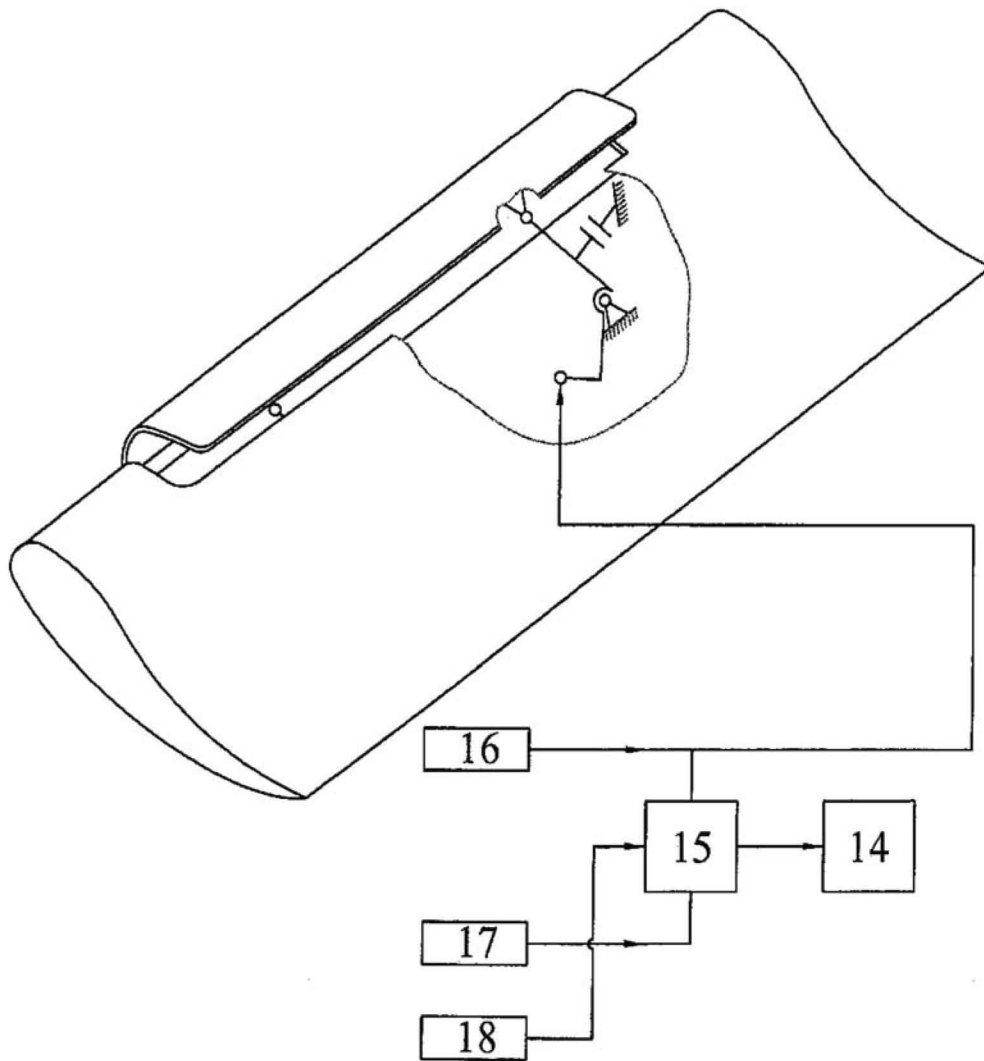


Fig. 6

(51) Int.Cl.

F03D 3/00 (2006.01);

F03D 3/04 (2006.01);

B64C 3/14 (2006.01)

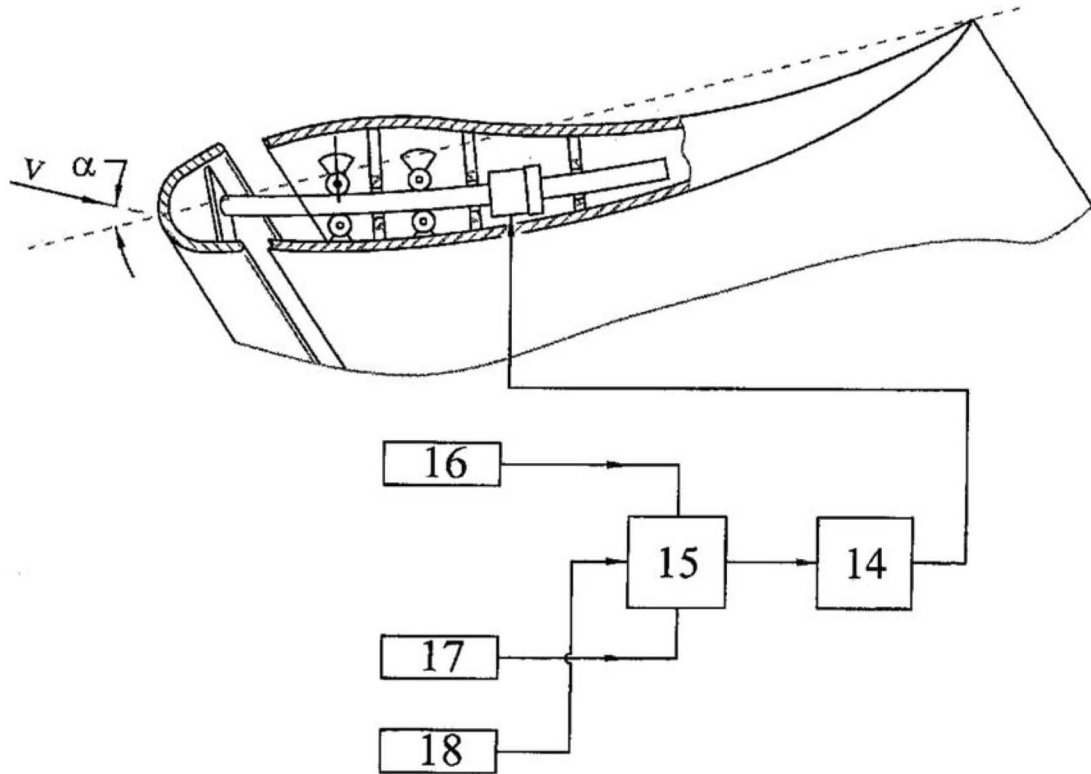


Fig. 7

