



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00976

(22) Data de depozit: 11.12.2014

(41) Data publicării cererii:  
30.06.2015 BOPI nr. 6/2015

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN  
BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29, BRAȘOV,  
BV, RO

(72) Inventatori:  
• IONESCU RALUCA-DORA, BD. GĂRII  
NR. 30A, BL. 225, SC. B, AP. 39, BRAȘOV,  
BV, RO;  
• SZAVA IOAN, STR. ȘTEJERIȘULUI NR. 1,  
AP. 1, BRAȘOV, BV, RO

(54) ROTOR PENTRU TURBINĂ EOLIANĂ DE MICĂ PUTERE,  
DESTINATĂ IMPLEMENTĂRII URBANE, CU AX VERTICAL,  
DE TIP DARRIEUS, CU ELEMENTE MOBILE AJUSTABILE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un rotor pentru turbină eoliană de mică putere, cu ax vertical, destinată implementării urbane, de tip Darrieus, cu elemente mobile ajustabile. Rotorul conform invenției are în componență trei pale, amplasate la 120°, cu profil aerodinamic, cu elemente mobile de tipul unor flapsuri (2b) și al unor volete (2c), iar în porțiunile corespunzătoare flapsurilor (2b) și voletelor (2c), dimensiunea cozii crește cu lungimea voletului, având amplasate generatoare de vârtejuri în porțiunile corespunzătoare razei maxime.

Revendicări: 3  
Figuri: 5

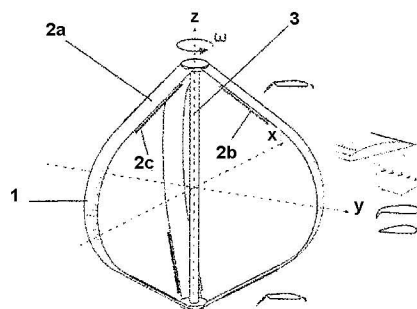


Fig. 1



Nr. int. B.P.T.: 208/19.11.14

2014 00976  
11.12.2014

U

## **Rotor pentru turbină eoliană de mică putere destinată implementării urbane, cu ax vertical, de tip Darrieus, cu elemente mobile ajustabile**

Invenția se referă la o turbină eoliană cu ax vertical, de mică putere, destinată implementării în mediul urban. Rotorul este de tip Darrieus clasic, cu elemente de pală mobile.

Tehnologia în domeniul turbinelor de mică putere cu ax vertical, destinate mediului urban este încă în stadiul de cercetare. Principalele probleme întâlnite sunt: viteza medie mică a vântului (2-5 m/s), turbulențe, rafale de vânt, schimbarea rapidă a direcției vântului, zgomotul, vibrațiile. Soluțiile de pe piață, cât și brevetele existente încearcă să rezolve una sau mai multe din aceste probleme. Astfel, s-a propus combinarea rotorului de tip Darrieus cu unul de tip Savonius [US 2011/0042962 A1, US 2011/0025071 A1] (care, fiind un rotor bazat pe principiul rezistenței aerodinamice, are o capacitate de auto-pornire foarte bună). Din păcate, această soluție, datorită performanțelor slabe ale rotorului de tip Savonius, scade per total performanța rotorului Darrieus. Alte soluții sunt cu mecanism de orientare a palelor: pasive (utilizează o giruetă ca punct fix, iar palele se rotesc în jurul unei axe proprii, cu scopul de a menține un unghi de atac cât mai favorabil) – această soluție este aplicabilă doar în cazul turbinelor Darrieus cu pale drepte (H-Darrieus) [US6320273 B1]; sau active – controlate printr-un program prestabilit în funcție de viteza de rotație sau de unghiul de atac [US 08193657].

Alte soluții propun sisteme de orientare a porțiunilor de pală, la pornire și la viteze mari, care acționează pe principiul rezistenței aerodinamice. Aceste porțiuni sunt acționate automat și sunt întâlnite tot la varianta H-Darrieus [US 2012/0107118 A1]. Pentru designul Darrieus clasic întâlnim ca soluții ajutoare la autopornire și la scăderea solicitărilor induse de momentul pulsatoriu: mărirea numărului de pale (de la 2 la 3; un număr mai mare de 3 scade performanțele) sau, varierea grosimii palei [EP 2698532 A1, EP 2696066 A2] (în zonele intermediare – nu la diametrul maxim și nici în apropiere de ax – lungimea corzii profilului este mai mare – astfel, crește soliditatea rotorului i.e. suprafața ocupată de palele rotorului, și deci, crește numărul Reynolds și ușurința la autopornire. Soluțiile existente însă nu oferă variante cu elemente mobile sau posibilitatea autoreglării formei în timpul funcționării. De asemenea profilul aerodinamic propus este același, doar coarda schimbându-se [EP 2696066 A2].

Alte soluții propun turbine cu elemente mobile, de tipul flapsurilor acționate, preluate de la avioane și întâlnite la turbinele cu ax orizontal, de mare putere [08193657]. Flapsurile au rolul de a schimba și varia curbura profilului aerodinamic, astfel crescând sau scăzând portanța acestuia. În acest fel, se facilitează pornirea turbinei, se menține un unghi de atac optim pe durata unei rotații și înlocuiesc necesitatea rotirii întregii pale. Din păcate, soluțiile existente de turbine cu ax vertical cu flapsuri sunt numai cele de tip H-Darrieus, cu pale drepte, care au dezavantajul de a induce încărcări mai mari la nivelul axului și de a tinde să-și schimbe forma / să se curbeze la viteze mari de rotație.

Ca soluție de reducere a încărcărilor în structura turbinei este varianta de turbină H-Darrieus cu pale elicoidale [US 2009/0194997 A1]. Astfel, momentul este distribuit relativ uniform în timpul unei rotații.

7.12.14

WD

Obiectivul invenției este acela de a îmbunătăți capacitatea de auto-pornire a turbinei la viteze mici ale vântului și de a reduce încărcările structurale, asigurând forma optimă a palelor și a profilului aerodinamic în timpul funcționării.

Turbina eoliană propusă are ca soluție tehnică integrarea unor elemente adiționale, cât și varierea unora existente, astfel încât să faciliteze autopornirea turbinei și să reducă sarcinile / încărcările structurii în timpul funcționării.

Astfel, soluția tehnică a invenției este aplicată pentru o turbină eoliană, de mică putere, cu ax vertical, de tip Darrieus clasic, destinată implementării în mediul urban. Pentru turbina de tip Darrieus s-a pornit de la forma de tip Sandia, datorită ușurinței de fabricare și a posibilității de a avea segmente drepte de pală. S-a ținut cont de mediul de implementare și de problemele încă nerezolvate de către soluțiile actuale pentru acest mediu de funcționare. În acest sens s-au propus următoarele soluții tehnice, care, individual sau prin combinarea acestora oferă o îmbunătățire a comportamentului de funcționare:

Adăugarea flapsurilor: flapsurile sunt rigide, integrate în profilul aerodinamic, fără elemente flexibile. În funcție de zona de amplasare pot fi fără sau cu fantă. Spre deosebire de soluțiile existente, flapsurile nu sunt pe toată lungimea palei, acestea fiind poziționate în porțiunile adiacente arcului de rază maximă ale formei palei. Flapsurile sunt acționate, astfel încât să ofere, în funcție de viteza de rotație, un unghi de atac optim pentru obținerea coeficientului maxim de putere. Astfel, la viteze mici de rotație (i.e. la viteze mici ale vântului) flapsurile vor avea un unghi de înclinare mai mic sau egal cu 10 grade. La viteze mari de rotație (coeficientul de viteză periferică mai mare de 4) flapsurile vor fi acționate ca elemente de reglare a vitezei de rotație și deci, ca soluție de reglare a puterii, având unghiuri egale sau mai mari de 20 grade. De asemenea, la viteze mari de rotație flapsurile înclinate la unghiuri mai mari de 25 grade sunt utilizate ca element suplimentar la sistemul de siguranță de frânare aerodinamică. Flapsurile vor fi prinse de sistemul de acționare în partea apropiată de capetele axului rotorului cu ajutorul unor tije subțiri, care au un profil rotunjit sau aerodinamic, pentru a induce cât mai puțină rezistență aerodinamică și pentru a nu influența negativ performanțele rotorului. Flapsurile sunt realizate din același material ca și pala, având o structură rigidă. Acestea sunt montate cu fantă, astfel încât stratul limită al fluxului de aer să rămână atașat de suprafața palei la unghiuri de atac cât mai ridicate.

Adăugarea voleților ficși: aceștia pot fi adăugați și după instalarea turbinei, în funcție de necesități și de potențialul eolian al locației. Scopul acestora este de a crește portanța și de a menține stratul limită al curgerii atașat de pală la unghiuri mari de atac. Asemeni flapsurilor, integrarea voleților ficși se face pe secțiuni din lungimea palei. Voleții sunt prinși la capete de pala turbinei, fără elemente mobile și fără sistem de acționare. Aceștia pot fi montați pe porțiunile care corespund flapsurilor, sau pe secțiuni fără flapsuri.

Adăugarea generatoarelor de vârtejuri: aceștia se poziționează în secțiunea de arc de cerc, cu raza maximă a turbinei. Scopul acestora este de a întârzia desprinderea stratului limită, deci de a permite funcționarea la unghiuri de atac mai mari. Aceștia nu măresc portanța, iar datorită dimensiunilor mici, nu introduc elemente semnificative de rezistență aerodinamică. În locul generatoarelor de vârtejuri se poate monta o bandă în zig-zag, care are același rol de a ghida și ordona fluxul de aer al stratului limită. Avantajul acestora este reducerea încărcărilor datorate variațiilor de moment.

*7.10.2014*

Varierea corzii: în secțiunile adiacente arcului de rază maximă ale turbinei, pe porțiunea dreaptă, în aceeași locație ca și flapsurile sau voleții, coarda palei poate fi mai mare, crește soliditatea rotorului și astfel facilitează autopornirea turbinei la viteze mici ale vântului. Varierea corzii se poate realiza atât prin adăugarea elementelor suplimentare: voleți și flapsuri cu fantă, cât și prin proiectarea unui profil inițial cu o coardă mai mare, având flapsurile și voleții integrați.

Varierea profilului aerodinamic: profilul aerodinamic, poate fi simetric sau curbat. Utilizarea flapsurilor oferă posibilitatea de a varia curbura palei. În secțiunea de rază maximă a turbinei, profilul poate fi: simetric sau curbat.

**Problema pe care o rezolvă invenția este** de a realiza o turbină eoliană cu ax vertical, de mică putere, adaptată mediului urban, care să înceapă să producă la viteze mai mici de 3 m/s, să funcționeze în condiții de turbulențe și să nu inducă vibrații structurii de fixare.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură și cu Fig.1, care reprezintă:

Fig.1 Schema cu elementele componente. Varianta cu coardă variabilă și elemente mobile.

Fig.2 prezintă o schemă a ansamblului turbinei eoliene cu soluția completă, cu flapsuri și voleți montați pe porțiunile drepte de pală.

Fig. 3 Vedere de sus a turbinei.

Fig. 4 Vedere în secțiune a palei.

Fig. 5 Secțiune prin porțiunea de pală cu flapsuri și voleți.

Turbina este formată din 3 pale, prinse la capete de un inel comun de susținere. Palele au profil aerodinamic simetric (de tipul NACA0015, NACA0018, NACA0021), la care sunt atașate flapsuri și voleți.

În Varianta 1, coarda profilului cu flapsurile în poziție inițială (0 grade) și fără voleți, are aceeași valoare, pe toată lungimea palei.

**Flapsurile** sunt poziționate în porțiunea de pală dreaptă, în jumătatea inferioară și/sau superioară a rotorului. Lungimea porțiunii cu flapsuri este, în funcție de dimensiunile turbinei, și de performanțele dorite, între 50 și 80 % din porțiunea dreaptă. Porțiunea de flaps pornește de la capătul palei și se extinde spre secțiunea de diametru maxim. Acestea sunt prinse de corpul palei printr-o articulație simplă la cele două capete. La capătul prins de axul turbinei sunt acționate prin intermediul unei tije subțiri. Flapsurile pot fi integrate în lungimea corzii palei (nu măresc coarda când sunt în poziție de 0 grade) sau pot fi adăugate suplimentar (măresc lungimea corzii la poziția de 0 grade).

**Voleții** sunt adăugați suplimentar la pale, măbind lungimea corzii profilului, dar lăsând neschimbată curbura profilului.

Astfel, invenția prezintă ca avantaje, faptul că mărește performanțele turbinei, crescând coeficientul de portanță în zonele mai puțin eficiente ale palei și echivalând astfel un rotor de tip H-Darrieus. De asemenea, prin elementele introduse în această soluție se reduc sarcinile în structură, iar momentul transmis de la arborele rotorului se uniformizează.

7/12/14

W

Invenția își propune să crească performanțele rotorului de tip clasic Darrieus (bătător de ouă) prin mărirea corzii, mărirea curburii profilului aerodinamic și creșterea coeficientului de portanță (menținând o valoare cât mai scăzută a coeficientului de rezistență aerodinamică). Un alt scop al invenției este, ca prin sistemele adăugate, fixe și mobile, să uniformizeze momentul pulsatoriu de la axul rotorului, și astfel să reducă vibrațiile transmise clădirii.

Sistemul, cu variantele constructive, este prezentat în Figura 1.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură și cu figurile 2-5 în care se prezintă:

**Palele:** Rotorul unei turbine eoliene cu ax vertical, de tip Darrieus, cu palele de forma Sandia (1. Porțiunea de arc de cerc a profilului, care conține și raza maximă a turbinei, la nivel ecuatorial, 2. Porțiunea dreaptă a formei).

**Voleții (2c)** sunt fixați pe parte de bord de atac a profilului aerodinamic al palei, cu ajutorul a două tije la capete, fixate de structura palei.

**Flapsurile (2b)** sunt mobile și ajustate printr-un sistem de acționare simplu, legat la axul rotorului și care, în funcție de viteza de rotație controlează poziția acestora, prin intermediul unei articulații și al unui arc, pentru a optimiza funcționarea turbinei. Flapsurile sunt rigide, realizate din același material ca și palele. Flapsurile sunt montate cu fantă, iar sistemul de prindere este bazat, ca și în cazul voleților, pe tije.

**Generatoarele de vârtejuri (1a)** sunt montate pe porțiunea circulară a formei palei, corespunzătoare razei maxime. Acestea sunt montate fix, din faza de design sau adăugate ulterior în funcție de necesități (creșterea performanțelor turbinei prin întârzierea desprinderii stratului limită la valori ale unghiului de atac mari – astfel, necesitatea acestor elemente crește, cu cât viteza vântului a locației de implementare este mai scăzută).

**Axul turbinei (3)** de care sunt prinse fix cele trei pale ale turbinei. Acesta este realizat din oțel, cu secțiune tubulară.

**Plăcile de prindere a palelor (4)**, sunt realizate separat, și conțin sistemul de prindere al palelor, cât și fixarea pe axul turbinei. Acestea sunt realizate din același material ca și axul turbinei.

*2014*

*AD*

2

## Bibliografie

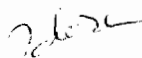
- [1]. Brevet US 2012/0107118 A1, Wind turbine device having rotor for starting up and avoiding overspeed.
- [2]. Brevet US 2011/0042962 A1, Vertical shaft type daririous windmill.
- [3]. Brevet US20110025071 A1, Hybrid type vertical shaft turbine for wind power generating devices.
- [4]. Brevet EP 2696066 A2. Rotor of vertical axis wind turbine.
- [5]. Brevet US 20090194997 A1, Darrieus water wheel turbine.
- [6]. Whitehouse, G.. et al., Variable Geometry wind turbine technologies for performance enhancement, improved survivability and reduced cost of energy, 2013.
- [7]. Brevet US 6320273 B1, large vertical-axis variable-pitch wind turbine
- [8]. Brevet US 08193657, 2012, vertical axis wind turbine using individual blade pitch and camber control integrated with matrix converter

*Handwritten signature*

*WD*

## Revendicări

1. Rotor pentru turbină eoliană de mică putere destinată implementării urbane, cu ax vertical, de tip Darrieus clasic, care îmbunătățește performanțele turbinei, facilitând auto-pornirea, scăzând varierea momentului pulsatoriu la nivelul axului rotorului prin distribuirea mai uniformă a încărcărilor în timpul rotației și crescând valoarea coeficientului de putere pe porțiunile de rotor drepte, cu raza mai mică, **caracterizat prin aceea că** are în componență trei pale amplasate la 120 grade, cu profil aerodinamic, cu elemente mobile ajustabile de tipul flapsurilor (2b) și voleților (2c).
2. Rotor pentru turbină eoliană de mică putere destinată implementării urbane, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în porțiunile corespunzătoare flapsurilor (2b) și voleților (2c), dimensiunea corzii crește cu lungimea voletului.
3. Rotor pentru turbină eoliană de mică putere destinată implementării urbane, conform revendicării 1, care îmbunătățește performanțele turbinei, prin întârzierea desprinderii stratului limită de pe profilul aerodinamic, **caracterizat prin aceea că** are amplasate generatoare de vârtejuri în porțiunile corespunzătoare razei maxime.





6

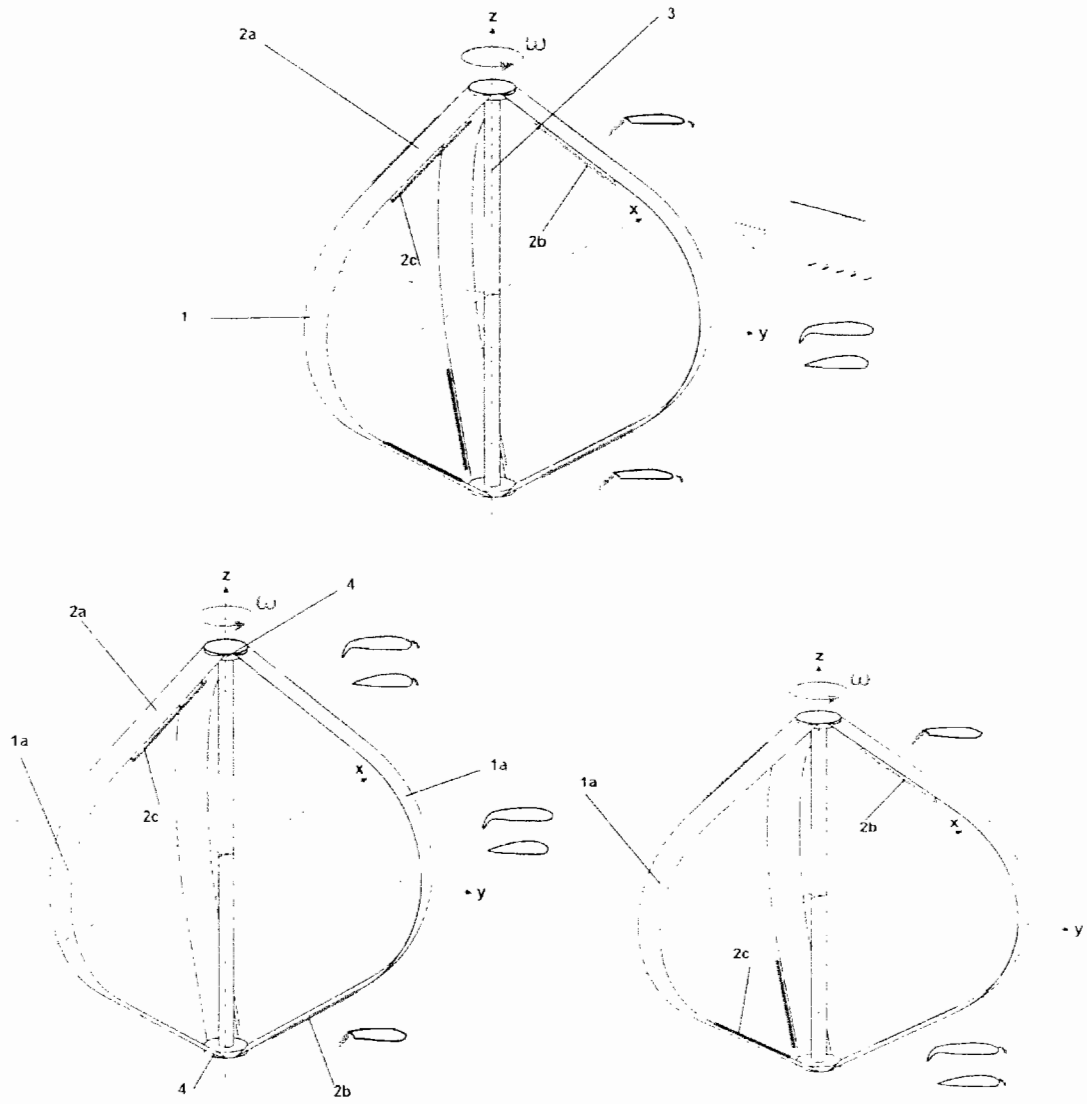


Fig. 1.

Idra

HD



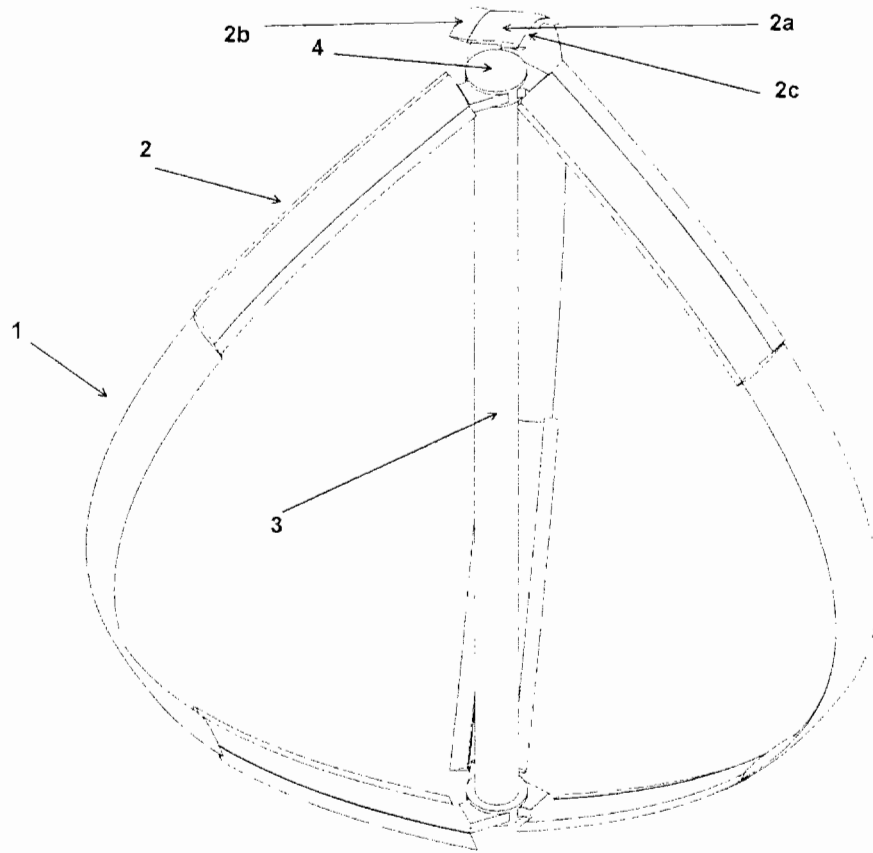


Fig. 2.

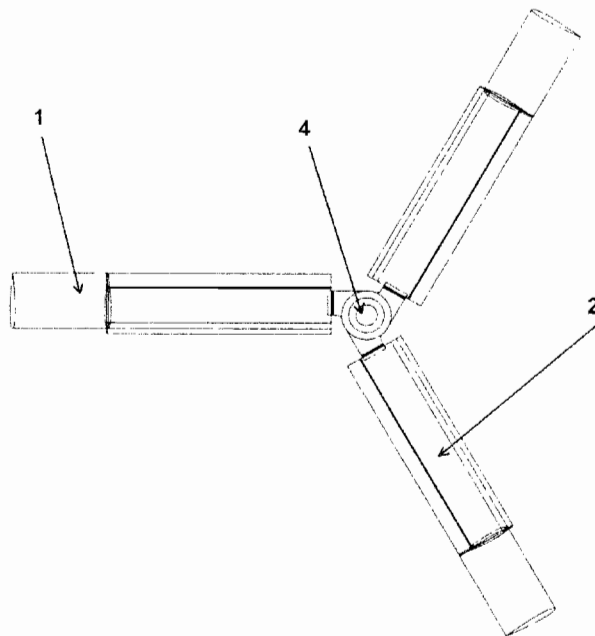


Fig. 3.

*Handwritten signature*

*Handwritten initials*

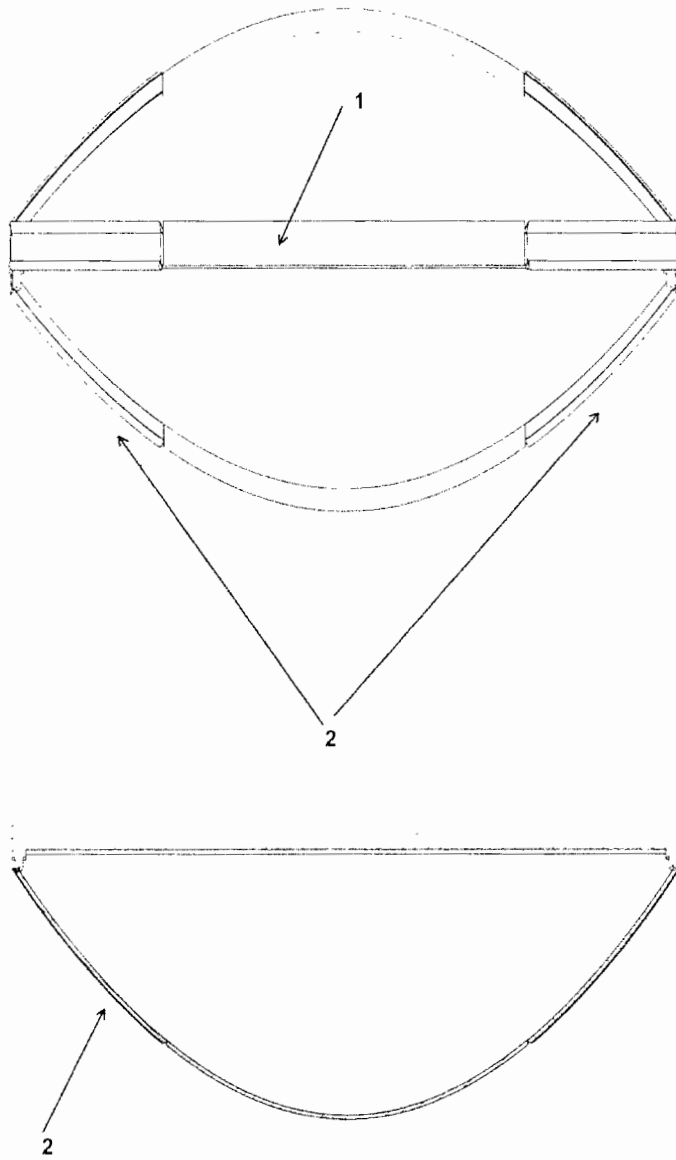


Fig. 4.

*Handwritten signature*

*Handwritten initials*

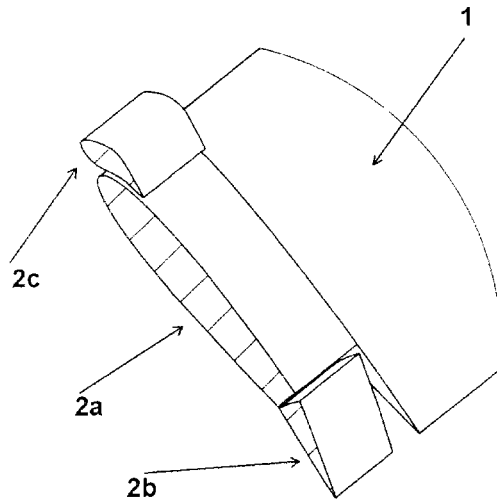
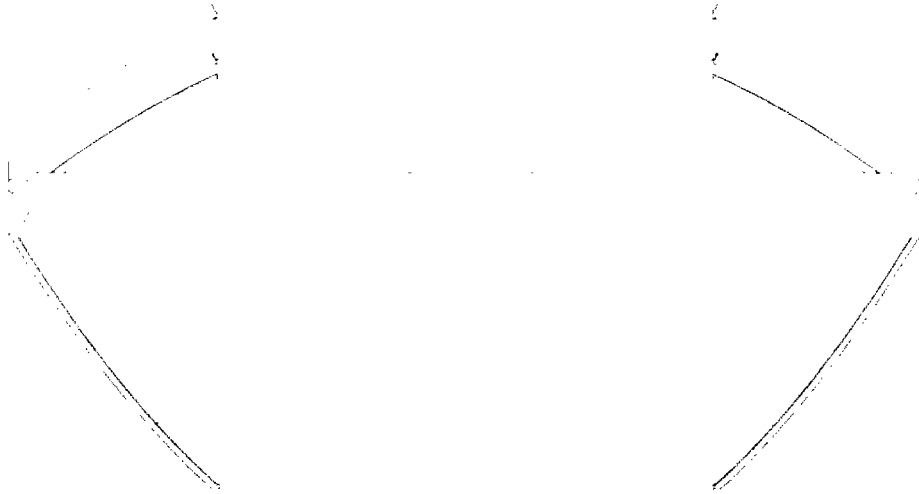


Fig. 5.

*2014*

*WD*