



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00357

(22) Data de depozit: 25/06/2020

(41) Data publicării cererii:  
30/12/2021 BOPI nr. 12/2021

(71) Solicitant:  
• TĂNASE CONSTANTIN SERGIU,  
STR.GHEORGHE ȘINCAI NR.18, BL.P 20,  
SC.C, ET.2, AP. 11, PITEȘTI, AG, RO;  
• NĂSTASE FLORICĂ, STR.UNIRII, NR.1,  
BL.45, SC.1, E1, AP.4, GĂIEȘTI, DB, RO

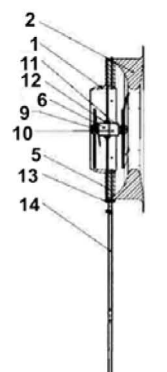
(72) Inventatori:  
• TĂNASE CONSTANTIN SERGIU,  
STR.GHEORGHE ȘINCAI NR.18, BL.P 20,  
SC.C, ET.2, AP. 11, PITEȘTI, AG, RO;  
• NĂSTASE FLORICĂ, STR.UNIRII, NR.1,  
BL.45, SC.1, E1, AP.4, GĂIEȘTI, DB, RO

(54) TURBINĂ EOLIANĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o turbină eoliană cu ax orizontal, destinată producerii energiei electrice atât în sistemul energetic național, cât și pentru consumatorii casnici sau izolați, în condițiile unei viteze a vântului mici sau medii. Turbina conform invenției este constituită dintr-un ansamblu format dintr-un deflector (1) având forma unui segment sferic, un confuzor (2) cu flanșă având forma unui segment sferic de flanșă poziționată în partea posterioară a confuzorului (2), în legătură cu care sunt montate două elice (9 și 11) contrarotative, față și respectiv spate, montate fiecare pe arborele câte unui alternator (6 și 10), componente care sunt montate prin intermediul unui suport (12) de susținere și a unor nervuri (5) profilate, pe un bandou (13) de susținere dispus la rândul său pe un pilon (14) de susținere.

Revendicări: 5  
Figuri: 5



SECȚIUNEA B-B

b

Fig. 2



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. ... a 22 00 357 ...
Data depozit ... 25 -06- 2020 ...

## TURBINĂ EOLIANĂ

Invenția se referă la o turbină eoliană cu ax de rotație orizontal de înaltă eficiență, constituită din două elice coaxiale contrarotative, două alternatoare, deflector, confuzor cu flanșă, instalația eoliană este capabilă să ofere o eficiență mai mare în extragerea energiei dintr-un fluid, destinată a fi utilizată la producerea energiei electrice atât în sistemul energetic național dar și pentru consumatori casnici sau izolați, în condițiile unei viteze a vântului mici sau medii.

Turbina eoliană este destinată captării, devierii și direcționării fluxului de aer care pune în mișcare elicele instalației eoliene, cu rol de a converti energia cinetică a vântului în energie mecanică de rotație.

Performanța de eficiență exprimată în coeficientul de putere ( $C_p$ ) în conformitate cu limita Betz este durabilă și semnificativ mai mare decât o turbină eoliană clasică cu o singură propulsie, de diametru comparabil.

Sunt cunoscute două tipuri constructive de turbine eoliene cu ax orizontal cu două elice coaxiale contrarotative fie montate în amonte, pentru situația când vântul suflă pe suprafața palelor elicelor, față de direcția turbinei eoliene sau cu o elice montată fie în amonte și cealaltă în aval, pentru situațiile când vântul suflă pe spatele palelor, față de corpul turbinei eoliene.

Aceste elice coaxiale contrarotative, care sunt alcătuite din pale dispuse radial în plan vertical, perpendicular pe axul de prindere și pe direcția vântului, dispun de o suprafață activă relativ redusă comparativ cu anvergura palelor, iar momentul de rotație la arbore este mic, fenomen datorat formei constructive a palelor.

Se cunosc instalații eoliene cu deflector de deviere, concentrare și accelerare a fluxului de aer, care pun în mișcare palele unei elice eoliene, deflector format din diferite paravane în zona de intrare a aerului și care dirijează aerul numai spre o zona a palelor.

De asemeni se mai cunosc turbine eoliene care au confuzoare de direcționare a fluxului de aer spre palele elicei turbinei eoliene, confuzoare formate din pereți exteriori montați la intrarea turbinelor eoliene, de forma unui con.

Sunt cunoscute turbine eoliene, alcătuite dintr-un număr diferit de pale dispuse radial într-un plan vertical, perpendicular pe axul de prindere și pe direcția vântului; acestea dispun de o suprafață activă relativ redusă comparativ cu anvergura palelor, iar momentul de rotație la ax este mic, fenomen datorat formei constructive a palelor.

Diametrul unei elice este în relație directă cu puterea teoretică a vântului, după cum rezultă din relația redată la pagina 15 a publicației „CUM SĂ CONSTRUIM O TURBINĂ EOLIANĂ”, Îndrumător tehnologic pentru proiectarea și construcția turbinelor eoliene, Pitești , Editura ARTEMIS, 2019.

Se cunosc, de asemenea, diferite turbine eoliene montate pe niște suporturi prevăzute cu posibilitatea orientării palelor unor elice pe direcția vântului, spre care este dirijat curentul de aer cu ajutorul unor defletoare, aceste instalații au însă dezavantajul că nu realizează o concentrare maximă a curentului de aer spre elicea turbinei eoliene.

Literatura de brevete de invenții este relativ amplă în descrierea unor soluții care vizează turbinele eoliene cu ax orizontal cu două elice contrarotative, soluții care prezintă turbine eoliene dotate cu defletoare de deviere, concentrare și accelerare a fluxului de aer, a unor confuzoare de direcționare a fluxului de aer spre palele elicei turbinei eoliene, de asemeni mai există un alt tip constructiv de turbine eoliene care au un difuzor cu flanșă conceput pentru a accelera fluxul vântului pe măsură ce intră în turbina eoliană ca o încercare de a fi mai eficient în producția de energie electrică și mai puțin invazivă atât pentru oameni cât și pentru natură.

În brevetul de invenție nr. RO 122051B1 este prezentat un rotor eolian, pentru vânt cu intensitate redusă, utilizat la turbinele eoliene, palele acestuia fiind caracterizate de o anumite configurație spațială, bazată pe niște valori unghiulare cu scopul creării unor microturbulențe care au ca efect creșterea forței portante a palelor.

În brevetul de invenție nr. RO 122502B1 este prezentată o soluție care cuprinde o elice eoliană cu pale dublu înclinate și bandaj exterior, care au rolul de convertire a energiei eoliene în energie mecanică de rotație.

O soluție interesantă privind crearea unui obstacol intenționat pentru concentrarea energiei eoliene este prezentată în brevetul de invenție nr. RO 122738B1, conform căreia concentrarea energiei eoliene se realizează prin intermediul unui modul spațial, în interiorul căruia este amplasată o rețea de lonjeroane de susținere, aflată în legătură cu niște elemente de susținere, care sunt plasate pe un dispozitiv de dirijare și susținere, prevăzut cu două mecanisme tip cremalieră, pentru orientarea, respectiv pentru manevrarea modulului spațial.

Brevetul de invenție nr. RO 122739B1 are ca obiect un colector concentrator pentru o turbina eoliană care îl utilizează, colectorul concentrator asigurând captarea unei cantități de fluid în mișcare și dirijarea acesteia spre zona de utilizare.

În brevetul de invenție nr. US 4482290A este prezentată o soluție de amplificare a energiei eoliene, utilizând un difuzor care captează fluxul de aer și-l direcționează către palele unei turbine eoliene.

O soluție de captare a masei de aer generate de vânt prin intermediul unui deflector este prezentată în brevetul de invenție nr. US 4278896A, în care există o multitudine de turbine eoliene care antrenează un generator electric.

În brevetul nr. US 6717285B2 este prezentată o turbină eoliană compusă din mai multe colectoare tubulare de energie eoliană care dirijează masa de aer în mișcare la baza unui hiperboloid, în care este amplasată o turbină eoliană cu arbore vertical acționată de un curent de aer ascendent.

O turbină eoliană cu două rotoare care face obiectul brevetului de invenție nr. US 6945747B1 este constituită din două elice coaxiale de dimensiuni diferite, fiecare dintre ele acționând câte un generator electric.

Un sistem de generator eolian, având la bază o baterie de mai multe dispozitive de captare a energiei eoliene, cu rol de concentrare a acesteia spre turbina eoliană este prezentată în brevetul de invenție nr. US 6932561B2.

O turbină eoliană, care cuprinde două elice contrarotative, de configurații geometrice și aerodinamice diferite, care acționează generatorul electric printr-un mecanism tip planetar, este prezentată în brevetul de invenție nr. US 7384239B2.

Literatura de brevete de invenții este relativ amplă în soluții care vizează rotoarele turbinelor eoliene.

În brevetul de invenție RO 125465A2 este prezentat un rotor eolian realizat sub forma unui ansamblu butuc-spițe-obadă necesar obținerii unei puteri electrice comparabile cu cea necesară unei locuințe.

În brevetul de invenție US 7198471B2 este prezentată o metodă de fabricație a unei pale de turbină eoliană care cuprinde benzi prefabricate realizate din fibră de carbon și dispuse la partea exterioară.

În brevetul de invenție US 7614852B2 este prezentat un model de pală de turbină eoliană care are o formă aerodinamică cu suprafața frontală orientată spre direcția vântului și partea din spate cu o orientare într-o direcție sub vânt, profilul palei este caracterizat de un raport al unghiului dintre bază și vârf de aproximativ 4%.

Rotoarele turbinelor eoliene cunoscute, cu un număr diferit de pale, prezintă dezavantajele că sunt complicate din punct de vedere constructiv și au un randament scăzut la viteze reduse ale vântului.

De asemenea se mai cunosc turbine eoliene care au confuzoare de direcționare a fluxului de aer spre palele elicei turbinei eoliene, confuzoare formate din pereți exteriori montați la intrarea turbinelor eoliene, de forma unui con.

În brevetul nr. WO 2012143734A1 este prezentat un inel exterior, format din trei difuzoare, în jurul a doua elice contrarotative, care trage vântul chiar și mai mult prin turbină și măresc puterea turbinei eoliene.

Un alt obiect al turbinei, conform invenției revendicate, constă în aceea că, turbina eoliană cu ax orizontal, constituit dintr-un subsansamblu carenat format la rându-i dintr-un deflector și un confuzor cu flanșă care prin modalitatea ingenioasă de asamblare între ele, unul în continuarea celuilalt, realizează o nouă componentă importantă și anume deflector-confuzor cu flanșă, toate componentele sunt realizate din materiale ușoare, cele două elice contrarotative pun în mișcare fiecare câte un alternator eolian la o putere în funcție de diametrul elicelor și viteza vântului, cu o turație specifică, energia electrică produsă este utilizată în scopuri industriale și casnice.

În brevetele de invenție US 20110042952A1 și US 20120086216A1 este prezentat un inel exterior în jurul elicei turbinei eoliene, care este de fapt un carenaj, sau un difuzor care poate crea o zonă de presiune scăzută, care trage vântul chiar și mai mult prin turbina și triplează puterea.

În brevetul nr. WO 2010090543A3 este prezentat un inel exterior în jurul a doua elice contrarotative, care trage vântul chiar și mai mult prin turbina și măresc puterea turbinei eoliene.

Toate aceste invenții sunt de fapt aplicații a efectului Coandă interior cu toate implicațiile cunoscute.

Aceste defletoare și confuzoare au dezavantajul că nu realizează devierea, concentrarea și accelerarea maximă a fluxului de aer pentru a pune în mișcare palele elicei turbinei eoliene.

Aceste soluții în sine cunoscute au în general dezavantajul unui randament relativ scăzut de conversie a energiei eoliene în energie electrică, deoarece folosesc în general o singură elice, fapt care conduce la folosirea unui număr relativ mare de instalații pentru realizarea unui anumit prag de putere electrică.

Problema tehnică pe care o rezolvă turbina eoliană, conform invenției, constă în creșterea randamentului de conversie a energiei vântului în energie electrică, la viteze reduse și medii ale vântului sub pragul de 4 m/s.

Turbina eoliană, conform invenției înlătură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că este constituită dintr-un subansamblu de colectare, deviere, concentrare și accelerare a curentului de fluid, conform efectului Coandă în raport cu care sunt plasate niște elice contrarotative cu profil aerodinamic care din punct de vedere geometric au forma relativ apropiată de o aripă delta gothic cu muchiiile rotunjite, astfel că vântul care atacă palele profilate aerodinamic creează pe extradrosul profilului efectul de portanță, sunt montate fiecare pe axul unui alternator, subansamblul de colectare, deviere, concentrare și accelerare a curentului de fluid alcătuit dintr-un deflector și un confuzor cu flanșă fiind având suprafețele frontale cu marginile rotunjite, deflectorul și confuzorul cu flanșă fiind montate prin intermediul unor elemente de susținere care la rândul lor sunt montate pe un pilon de susținere al turbinei eoliene astfel că fluxul de aer care pune în mișcare elicea din spate este compus în proporție de 30÷40 % din fluxul de aer care trece printre palele primei elice cumulat cu fluxul de aer de 60÷70 % deviat spre exterior de deflector și confuzorul cu flanșă care reprezintă subansamblul de colectare, deviere, concentrare și accelerare a curentului de fluid, toate aceste componente direcționează, canalizează și cresc fluxul aerului, accelerând fluxul aerului pe măsură ce intră în turbină, crescând eficiența și micșorând zgomotul considerabil.

Scopul acestei invenții este de a realiza o turbină eoliană cu ax orizontal de rotație care, alături de două elice contrarotative puse în mișcare de câte un alternator, mai are în componență un deflector și un confuzor cu flanșă, componente necesare creșterii aportului de aer realizat prin devierea fluidului, conform efectului Coandă, respectiv prin devierea jeturilor de fluid în apropierea suprafețelor curbe din direcția inițială de curgere, cât și direcționarea fluxului de aer către palele elicei eoliene printr-un confuzor cu flanșă, debitul de fluid care trece prin secțiunea respectivă menținându-se constant.

Confuzorul cu flanșă prin poziționarea flanșei în partea din spate creează vortexuri care determină formarea unei zone de presiune joasă în spatele confuzorului cu flanșă, vântul curge apoi în zona de presiune joasă printre palele turbinei eoliene astfel că fluxul de aer crescut care trece prin elicele turbinei eoliene duce la o creștere de producție de energie electrică.

Forma constructivă a deflectorului și a confuzorului cu flanșă permit un aport substanțial de aer, astfel că deflectorul deviază aerul prin forma suprafețelor exterioare curbe iar confuzorul cu flanșă servește la direcționarea, micșorarea continuă, progresivă, a secțiunii de trecere a aerului, cu un debit constant către elicea spate a turbinei eoliene, în timp ce flanșa poziționată în spatele confuzorului este concepută pentru a crea o zonă de presiune scăzută și accelerează fluxul aerului pe măsură ce intră în turbina eoliană.

În scopul creșterii cantității de aer care va pune în mișcare cea de a doua elice se poate utiliza alături de fluxul de aer care trece prin prima elice a cărei viteză maximă este  $V/3$  și aerul care trece prin ansamblul deflector – confuzor cu flanșă, care adaugă un aport de aer de două ori mai mare decât cel din spatele primei elice prin devierea fluidului, conform efectului Coandă exterior și interior, respectiv prin devierea jeturilor de fluid în apropierea suprafețelor curbe din direcția inițială de curgere a aerului, cât și direcționând fluidul de aer către palele celei de a doua elice prin confuzorul cu flanșă, debitul de fluid care trece prin interiorul confuzorului menținându-se constant.

Putem spune că nici cele mai moderne turbine eoliene nu pot valorifica 100% din puterea teoretică a vântului deoarece aerul trebuie să iasă prin spatele primei elice cu o anumită viteză, fluxul de aer nu poate fi oprit complet în elice păstrându-și astfel o parte din energia cinetică. Altfel spus raportul dintre viteza vântului în fața primei elice și în spatele ei atinge nivelul optim atunci când viteza vântului la nivelul primei elice se reduce cu  $2/3$ , deci viteza din spatele primei elice este egală cu  $1/3$  din viteza vântului din față.

Altfel spus aerul necesar punerii în mișcare a celor două elice contrarotative, cu scopul producerii de energie electrică, este constituit din fluxul de aer care pune în mișcare prima elice cumulat cu fluxul de aer care trece printre palele primei elice cumulat cu aerul deviat spre cea de a doua elice, pe exteriorul deflectorului și interiorul confuzorului prin efectul Coandă, la care se adaugă creșterea vitezei aerului prin vortexul creat de flanșa confuzorului care este concepută pentru a accelera fluxul aerului pe măsură ce intră în turbina eoliană.

Referitor la vortex, dacă suprafața nu este prea curbată, jetul de fluid poate să adere la suprafață chiar și după curgerea pe o suprafață cilindrică curbată (confuzorul cu flanșă) și, prin urmare, să se deplaseze într-o direcție opusă direcției sale inițiale. Forțele care provoacă aceste schimbări în direcția fluxului de aer determină o forță egală și opusă pe suprafața de-a lungul căreia curge fluidul.

Vortexul care se formează reprezintă un vârtej cu antrenare de aer, care apare la aspirația aerului din ajutoraj (confuzor), iar flanșa poziționată pe suprafața exterioară în partea posterioară a confuzorului, în punctul în care jetul de fluid începe să curgă pe acea suprafață îmbunătățește abaterea inițială a direcției de curgere a jetului de aer și aderarea ulterioară la suprafață, acest lucru rezultă din faptul că un vortex de joasă presiune se formează în spatele flanșei, favorizând înclinarea jetului spre suprafață.

Turbina eoliană, conform invenției, funcționează conform efectului Coandă interior și exterior, principiul de bază constă în două procese de conversie realizate de componentele principale și anume elicele contrarotative care extrag energia cinetică a vântului și o convertesc în cuplu mecanic, iar alternatoarele electrice convertesc cuplul mecanic în energie electrică și o livrează consumatorilor, totul este coroborat cu o creștere a vitezei aerului prin vortexul creat de flanșa confuzorului care are rolul de a accelera fluxul aerului pe măsură ce intră în turbina eoliană.

Componentele turbinei eoliene, conform invenției, deflectorul, confuzorul cu flanșă și elicele, permit realizarea unor configurații modulare care pot fi constituite din elemente amovibile, din materiale ca rășină epoxidică cu fibră de sticlă sau fibră de carbon, din tablă de aluminiu, materiale compozite, materiale plastice, fibra de sticlă ranforsată, suprafețele exterioare și suprafețele interioare trebuie să aibă o rugozitate de  $0,4\div 1,6 \mu\text{m}$  asigurându-se un coeficient mic de frecare în contact cu jetul de fluid.

Formele aerodinamice ale profilului palelor elicei turbinei eoliene, conform invenției, pot fi de tipul NACA 44 sau CK220, profile obținute prin lipirea a două cavități în oglindă, componentele amovibile pot fi realizate din fibră de carbon, interiorul cavităților poate fi ranforsat individual printr-un sistem foarte flexibil și rezistent de tip fagure, asigurându-se o eficiență aerodinamică și respectiv o reducere a solicitărilor mecanice prelungind viața elicei turbinei eoliene și scăzând costurile de mentenanță.

Creșterea substanțială a randamentului de conversie a energiei electrice în energie mecanică la axe conduce în mod esențial și la creșterea randamentului producerii de energie electrică prin alternatoarele electrice aferente celor două elice ale turbinei eoliene, obținându-se cu  $300\div 400 \%$  mai multă energie electrică decât în cazul unei turbine eoliene clasice, cu o singură elice, de diametru comparabil.

Turbina eoliană cu două elice contrarotative, cu deflector și confuzor cu flanșă, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- asigură un regim de lucru asemănător fiecăreia dintre cele două elice ceea ce conduce la obținerea unui randament de conversie mai mare cu  $300\div 400 \%$  decât al unei turbine eoliene, cu o singură elice, de diametru comparabil;
- construcție simplă și fiabilă;
- întreținere ușoară;
- permite o înlocuire relativ simplă, într-un timp scurt, a componentelor;



- deflectorul și confuzorul cu flanșă asigură o eficientizare în funcționare a elicelor eoliene prin faptul că mărește presiunea curentului de aer;
- deflectorul și confuzorul cu flanșă servesc la modificarea direcției inițiale de curgere a curentului de aer, măbind afluxul de aer, pe exterior;
- deflectorul și confuzorul cu flanșă permit o utilizare eficientă a energiei cinetice a unei cantități mai mare de aer, fiind posibilă realizarea unor instalații eoliene într-o gamă foarte largă de puteri;
- instalațiile eoliene dotate cu deflector-confuzor cu flanșă sunt operaționale de la viteze mici ale vântului de  $2,5 \div 3$  m/s, cu mult sub limitele admisibile la instalațiile eoliene actuale, obținându-se un moment de rotație mărit la arborii care susțin elicele;
- deflectorul și confuzorul cu flanșă servesc la direcționarea și micșorarea continuă, progresivă a secțiunii de trecere a aerului, în care debitul se menține constant;
- poate funcționa pentru diverse tipuri de elice eoliene care pot avea un număr divers de pale, de la 3 la 6 pale pentru o elice;
- elicele au un moment de rotație mare obținut la axul de rotație pentru viteze mici ale vântului;
- suprafața activă mai mare la aceeași anvergură a palelor;
- randament de conversie a energiei cinetice a vântului în energie mecanică de rotație îmbunătățit;
- elicele au o forță portantă mărită datorită formei aerodinamice a profilului palelor;
- elicele au un randament de conversie maxim;
- elicele au un zgomot și vibrații reduse;
- cheltuieli de execuție, transport, montaj și mentenanță reduse.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1÷4, care reprezintă:

- fig.1., vizualizarea curgerii fluidului de aer în interiorul și exteriorul turbinei eoliene
- fig.2., ansamblu turbină eoliană
  - fig.2.a., vedere spate turbină eoliană
  - fig.2.b., secțiune transversală turbină
  - fig.2.c., reprezentarea axonometrică izometrică turbină eoliană
- fig.3., deflector
  - fig.3.a., secțiune transversală deflector
  - fig.3.b., reprezentarea axonometrică izometrică deflector
- fig.4., confuzor cu flanșă
  - fig.4.a., secțiune transversală confuzor cu flanșă

- fig.4.b., reprezentarea axonometrică izometrică confuzor cu flanșă

- fig.5., elice

- fig.5.a., vedere frontală elice

- fig.5.b., vedere profil elice

- fig.5.c., reprezentarea axonometrică izometrică elice.

Turbina eoliană, conform invenției, este alcătuită dintr-un subansamblu constituit dintr-un deflector 1 (fig.3) care are rolul de deviere, concentrare și accelerare a fluxului de aer și un confuzor cu flanșă 2 (fig.4) constituit din confuzorul 3 care are rolul de direcționare a fluxului de aer spre palele elicei turbinei eoliene și flanșa 4 care creează vortexul (fig.1) și astfel se accelerează fluxul vântului pe măsură ce intră în turbina eoliană, în legătură cu care sunt montate două elice contrarotative față 9 și respectiv spate 11 (fig.5), având palele elastice 7 înclinate cu unghiul  $\alpha$  cu valori cuprinse între  $5^\circ$  și  $30^\circ$ , montate pe un hub elice 8 care la rândul-i este montat pe axul alternatorului 6 al elicei față respectiv pe axul alternatorului 10 al elicei spate, alternatoare care funcționează independent, atât din punct de vedere al mișcării de rotație, dar și din punct de vedere electromagnetic, elicele sunt rigidizate în interiorul deflectorului prin intermediul unui suport susținere 12 iar confuzorul cu flanșă este rigidizat de deflector prin intermediul unor nervuri profilate 5, toate aceste componente (fig.2) sunt rigidizate de un bandou susținere 13 care este susținut într-o mișcare de rotație în funcție de direcția vântului de un pilon susținere 14, care mai are și rolul de a permite accesul în vederea exploatarei și executării operațiilor de mentenanță pentru turbina eoliană.

Elicele turbinei eoliene pentru vânt cu intensitate redusă și medie, conform invenției, elicea față 9 este contrarotativă față de elicea spate 11, au un diametru elice  $D_E$ , ales în funcție de puterea turbinei eoliene, pe care sunt montate palele 7, înclinate cu unghiul  $\alpha$  cu valori cuprinse între  $5^\circ$  și  $30^\circ$ , palele elastice sunt montate pe un hub elice 8 care la rândul-i este montat pe axul alternatorului 6 al elicei față respectiv pe axul alternatorului 10 al elicei spate.

Palele acestui tip de elice au o formă relativ apropiată cu o aripă delta gotic cu muchiile rotunjite, cu raze  $D_E/3$ , de lungimi mai mici decât  $0,75 \cdot D_E$ , cu extremitățile în formă de semicerc cu raze  $D_E/40$ , prezintă o suprafață portantă mare atât spre exterior cât și în interiorul elicei, această suprafață portantă are ca efect crearea unui cuplu la ax de  $2,5 \div 3$  ori mai mare decât o turbină eoliană clasică cu o singură elice, de diametru comparabil; suprafața portantă a palelor se poate mări sau micșora prin modificarea unghiului de realizare a lățimii palelor de la  $10^\circ$  la  $60^\circ$ .



Forma palelor în secțiune transversală este asimetrică, astfel încât aerul în curgere datorită mișcării de rotație a palelor tinde să atingă mai întâi zona frontală îngroșată a palelor care din punct de vedere geometric au forma relativ apropiată de o aripă delta gotic cu muchiile rotunjite, astfel datorită formei particulare a profilului palei, presiunea dinamică a aerului produce două efecte diferite asupra palelor, pe de o parte, pala va fi supusă unei acțiuni care va tinde să flambeze (îndoiaie) pala înspre pilon, iar pe de altă parte, pala va fi supusă unei acțiuni motoare, care tinde să rotească pala (elicea), astfel se produce fenomenul de portanță.

În timpul funcționării, forța de apăsare a vântului va roti fiecare pală 7, datorită unghiului  $\alpha$ , vântul fiind deviat datorită formei aerodinamice a profilului, ambele sale suprafețe, de sus – extradados și respectiv de jos – intrados contribuie la întoarcerea curgerii, astfel se creează o depresiune în spatele palelor, iar momentul rezultat la axul elicei se mărește.

Deflectorul 1 este un subansamblu de forma unui segment sferic cu două baze, cu marginile părții frontale rotunjite, servește la producerea deflexiunii, este utilizat pentru modificarea direcției inițiale de curgere a vântului, fiind o aplicație a efectului Coandă rezultat prin devierea jeturilor de fluid în apropierea suprafețelor curbe.

Elicele turbinei eoliene au palele cu un design aerodinamic de o formă identică în oglindă, au o mișcare de rotație într-un plan paralel pentru funcționarea simultană contrarotativă, mișcarea de rotație este realizată de două alternatoare electrice 6 și 10, aceste componente sunt montate în interiorul deflectorului prin intermediul unui suport de susținere 12, toate aceste componente sunt rigidizate de un bandou susținere 13, turbina eoliană este susținută într-o mișcare de rotație în funcție de direcția vântului de un pilon susținere 14 care mai are și rolul de a permite accesul în vederea exploatarei și executării operațiilor de mentenanță pentru turbina eoliană.

Confuzorul cu flanșă 2 este un subansamblu de forma unui segment sferic cu două baze, constituit din confuzorul 3 care are rolul de direcționare a fluxului de aer spre palele elicei turbinei eoliene și flanșa 4 care creează vortexul și astfel se accelerează fluxul vântului pe măsură ce intră în turbina eoliană, având un diametru mai mare decât al deflectorului, este montat prin intermediul unor nervuri profilate 5 pe exteriorul deflectorului în partea posterioară și servește la micșorarea continuă, progresivă, a secțiunii de trecere a unui fluid în care debitul se menține constant.

Accelerarea fluxul vântului pe măsură ce intră în interiorul confuzorului se poate realiza și prin construirea pe suprafața confuzorului a unor fante profilate dispuse transversal, care fac aerul să comunice între zona exterioară a confuzorului și zona interioară a lui, imediat ce fluxul de aer

străbate suprafața exterioară a confuzorului fantele profilate sunt imediat conectate la sursa de energie a fluidului, în interiorul lor se generează o zonă de depresiune și astfel apare o curgere secundară, antrenată din aer.

Deflectorul 1 care servește la producerea deflexiunii, este utilizat pentru modificarea direcției inițiale de curgere a curenților de aer fiind o aplicație a efectului Coandă, care constă în devierea unor jeturi de fluid în apropierea suprafețelor curbe.

Legătura dintre diametrul  $D_D$  al deflectorului 1 și diametrul  $D_E$  al elicelor 9 și 11 este dată de relația:

$$D_D = (1,04 \div 1,14) \cdot D_E \quad (1)$$

Confuzorul cu flanșă 2 care este montat prin intermediul nervurilor profilate 5 pe exteriorul deflectorului 1, este constituit din confuzorul 3 care are rolul de direcționare a fluxului de aer spre palele elicei turbinei eoliene și servește la micșorarea continuă, progresivă a secțiunii de trecere a fluidului de aer în condițiile unui debit constant și flanșa 4 care creează vortexul și astfel se accelerează fluxul vântului pe măsură ce intră în turbina eoliană.

Legătura dintre diametrul  $D_D$  al deflectorului 1 și diametrul confuzorului fără flanșă  $D_C$  este dată de relația:

$$D_C = (1,4 \div 1,8) \cdot D_D \quad (2)$$

Legătura dintre diametrul  $D_{CF}$  al flanșei confuzorului și diametrul confuzorului fără flanșă  $D_C$  este dată de relația:

$$D_{CF} = (1,2 \div 1,6) \cdot D_C \quad (3)$$

Subansamblu constituit din deflectorul 1 și confuzorul cu flanșă 2 poate fi confecționat din rășină epoxidică cu fibră de sticlă sau fibră de carbon, din tablă de aluminiu, materiale compozite sau materiale plastice, cu o rugozitate  $0,4 \div 1,6 \mu\text{m}$  care asigură un coeficient mic de frecare în contact cu jetul de fluid.

Elicea 9 și elicea 11 au un diametru  $D_E$  aflat în relație directă cu puterea teoretică a vântului după cum rezultă din relația:

$$P_t = D_E^2 \cdot \pi \cdot \rho_1 / 8 \cdot V^3 \quad [\text{W}] \quad (4)$$

în care:

$P_t$  - reprezintă puterea teoretică existentă în vânt, în [W]

$\rho_1$  - densitatea aerului la nivelul mării,  $\rho_1 = 1,25 \text{ [kg/m}^3\text{]}$

$D$  - diametrul elicei, în [m]

$V$  - viteza vântului, în [m/s]

Fiecare pală 7 este realizată din materiale rezistente și în același timp flexibile, cum ar fi rășină epoxidică cu fibră de sticlă, fibră de carbon, tablă de aluminiu, materiale compozite sau mase plastice, elicele 6 și 11 sunt practic identice din punct de vedere geometric și aerodinamic dar sunt realizate în oglindă.

Pentru creșterea cantității de aer, conform fig.1 care reprezintă vizualizarea curgerii fluidului aer în interiorul și exteriorul turbinei eoliene, care acționează elicea 9 alături de elicea 11 puse în mișcare de viteza vântului, este plasat subansamblul constituit din deflectorul 1 și confuzorul cu flanșă 2, care adaugă un aport de aer de 60÷70 % prin devierea fluxului de fluid, conform efectului Coandă, respectiv prin devierea jeturilor de fluid în apropierea suprafețelor curbe din direcția inițială de curgere, cât și direcționând fluidul de aer către palele 7 ale elicei 9 prin confuzorul 3, debitul de fluid care trece prin secțiunea respectivă menținându-se constant.

Ca urmare a celor arătate mai înainte fluxul de aer care pune în mișcare elicea 11 este compus în proporție de cca. 30÷40 % din fluxul de aer care trece printre palele 7 ale elicei 9 cumulat cu fluxul de aer, de cca. 60÷70 %, deviat pe exterior de subansamblul deflector-confuzor cu flanșă prin efectul Coandă.

Elicele 9 și 11 extrag energia cinetică a vântului și o convertesc în cuplu mecanic, iar alternatoarele electrice 6 și 10 convertesc acest cuplu în energie electrică și o livrează rețelei.

Energia electrică poate fi debitată în sistem atât în regim separat cât și în regim cumulat prin intermediul unor invertoare și după caz prin cel al unor transformatoare ridicătoare de tensiune, în vederea debitării curentului electric în sistem energetic național.

Planul de rotație al celor două elice 9 și 11 este controlat astfel ca să fie menținut perpendicular pe direcția vântului cu ajutorul unui sistem de orientare, în sine cunoscut iar fluxul de aer rezultat pe palele 7 ale elicelor turbinei eoliene produce o diferență de presiune între partea palelor expusă vântului și cea opusă, palele fiecăreia elice sunt legate rigid de hubul elice 8.

Elicea 9, poziționată pe aceeași axă imaginară cu elicea 11 este acționată și de fluxul de aer suplimentar care reprezintă 60÷70 % din fluxul produs prin deflexiune de subansamblu deflector-confuzor cu flanșă, vântul atacă palele 7 ale elicelor care fiind profilate aerodinamic, creează pe extradusul profilului efectul de portanță.

Forța de înaintare a vântului, când trece prin interiorul subansamblului deflector-confuzor cu flanșă este diminuată de palele 7 ale elicei față 9, astfel că pentru a pune în mișcare elicea spate 11, la viteze de rotație apropiate de cele ale elicei față, este necesar un flux suplimentar de aer care

este produs de devierea jeturilor de fluid în apropierea suprafețelor curbe ale deflectorului și confuzorului cu flanșă.

Formele constructive ale deflectorului 1 și confuzorului cu flanșă 2 au fost astfel concepute încât să permită aportul suplimentar de aer elicei 9, produs prin deflexiune astfel că deflectorul deviază aerul prin forma suprafețelor exterioare curbe, iar confuzorul 3 servește la direcționarea, micșorarea continuă, progresivă pe direcția vântului a secțiunii de trecere a aerului, cu un debit constant către elicea 11.

Astfel fluxul de aer care trece prin elicea 9 cumulat cu fluxul de aer deviat și direcționat de forma constructivă a deflectorului 1 și cea a confuzorului cu flanșă 2 pune în mișcare elicea 11 la viteze de rotație comparabile de până la 100 % din viteza de rotație a elicei față, flanșa 4 a confuzorului creează un vortex care are ca rezultat realizarea unei depresiuni accelerând fluxul vântului pe măsură ce intră în turbină fapt care conduce nemijlocit la creșterea randamentului de conversie al întregii instalații eoliene cu valori mai mari cu 300÷400 % decât în cazul unei turbine eoliene clasice cu o singură elice, în sine cunoscută.

Deflectorul 1 și confuzorul cu flanșă 2 asigură atât o creștere a fluxului de aer cât și modificarea direcției inițiale de curgere a curentului de aer mărind afluxul de aer, pe exterior pentru elicea 11.

Suprafața ocupată de turbina eoliană, conform invenției, datorită utilizării elicelor 9 și 11 contrarotative, a deflectorului 1 și a confuzorului cu flanșă 2, este de până la două ori mai mică decât suprafața ocupată de două turbine eoliene dotate cu o singură elice, în sine cunoscută, această turbină eoliană poate fi transportată, montată și demontată relativ ușor, într-un timp relativ scurt datorită construcției modulare realizată din elemente amovibile.

Turbina eoliană, conform invenției, funcționează astfel că la o viteză a vântului cu o valoare în jur de 9 m/s energia cinetică a vântului determină rotirea elicei 9 cu o viteză de rotație  $V_1$ , fluxul de aer care trece prin elicea 9 ajunge pe suprafața portantă a elicei 11, diminuat de maxim trei ori.

Datorită subansamblului deflector 1 și confuzor cu flanșă 2, prin efectul Coandă, se asigură un aport suplimentar de aer de 60÷70 % către palele 7 ale elicei 11, în acest fel elicea spate, având o configurație în oglindă față de elicea față 9 va fi antrenată în mișcare de rotație în sensul contrar, cu viteza de rotație  $V_2$ , viteză de rotație care tinde să fie valoric egală cu viteza de rotație  $V_1$  a elicei 9.

**BIBLIOGRAFIE**

1. CUM SĂ CONSTRUIM O TURBINĂ EOLIANĂ, Îndrumător tehnologic pentru proiectarea și construcția turbinelor eoliene, Pitești, Edit. ARTEMIS, 2019
2. RO 122051B1
3. RO 122502B1
4. RO 122738B1
5. RO 122739B1
6. US 4482290A
7. US 4278896A
8. US 6717285B2
9. US 6945747B1
10. US 6932561B2
11. US 7384239B2
12. RO 122972B1
13. RO 125465A2
14. US 7198471B2
15. WO 2012143734A1
16. US 7614852B2
17. US 4482290B2
18. RO 122737B1
19. US 2137169A1
20. WO 2010090543A3
21. US 7018166B2
22. US 20120086216A1
23. US 20110042952A1

## REVENDICĂRI

1. Turbina eoliană, **caracterizată prin aceea că** este alcătuită dintr-un deflector (1) care asigură atât o creștere a fluxului de aer cât și modificarea direcției inițiale de curgere a curențului de aer, un confuzor cu flanșă (2) care are rolul de direcționare a fluxului de aer spre palele elicei turbinei eoliene și servește la micșorarea continuă, progresivă a secțiunii de trecere a fluidului de aer în condițiile unui debit constant creând vortexul care accelerează fluxul vântului pe măsură ce intră în turbina eoliană, conform efectului Coandă, în raport cu care sunt plasate niște elice, față (9) și respectiv spate (11), contrarotative, montate fiecare pe arborele câte unui alternator (6 și 10), componente care sunt montate, prin intermediul unui suport de susținere (12) și a unor nervuri profilate (5), pe un bandou de susținere (13) poziționat la rândul-i pe un pilon (14) de susținere pentru turbina eoliană.

2. Turbina eoliană, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** diametrul ( $D_D$ ) deflectorului (1), diametrul ( $D_C$ ) confuzorului cu flanșă (2) și diametrul ( $D_{CF}$ ) flanșei confuzorului (2) sunt date de relațiile:

$$D_D = (1,04 \div 1,14) \cdot D_E \quad (1)$$

din care reiese că diametrul ( $D_D$ ) deflectorului (1) este mai mare cu 4÷14 % decât diametrul ( $D_E$ ) elicelor (9 și 11) turbinei eoliene, elice care sunt montate prin intermediul unui suport de susținere (12) în interiorul deflectorului și al confuzorului cu flanșă (2);

$$D_C = (1,8 \div 2,2) \cdot D_D \quad (2)$$

din care reiese că diametrul ( $D_C$ ) confuzorului (3) este mai mare cu 80÷120 % decât diametrul ( $D_D$ ) deflectorului (1) și este montat prin intermediul unor nervuri profilate (5) pe exteriorul deflectorului în partea posterioară a deflectorului;

$$D_{CF} = (1,1 \div 1,5) \cdot D_C \quad (3)$$

din care reiese că diametrul ( $D_{CF}$ ) flanșei (4) confuzorului este mai mare cu 10÷50 % decât diametrul ( $D_C$ ) confuzorului (3) iar flanșa, care poate fi și un element amovibil, este montată în partea posterioară a confuzorului.

3. Turbina eoliană, conform revendicărilor de la 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** elicele (9 și 11), față și spate sunt contrarotative și identice din punct de vedere constructiv, sunt realizate și montate în oglindă și sunt construite din niște pale (7) configurate în profil de aripă delta gotic, cu un unghi  $\alpha$ , montate pe un hub elice (8); elicea (9) față este amplasată în deflectorul (1), iar



elicea (11) spate este amplasată într-un plan paralel cu cel în care este plasată elicea față, în spatele confuzorului cu flanșă (2) prin intermediul unui suport de susținere (12).

4. Turbina eoliană, conform revendicărilor de la 1 la 3, **caracterizată prin aceea că** alternatoarele electrice sunt poziționate față (6) și respectiv spate (10), așezate spate în spate unul față de altul, funcționând contrarotativ între ele și independent electromagnetic, energia electrică putând fi debitată în sistem, atât în regim separat dar și în regim cumulat prin intermediul unor invertoare și după caz prin cel al unor transformatoare ridicătoare de tensiune în vederea debitării curentului electric în sistem energetic național; palele (7) sunt de o formă relativ apropiată cu o aripă delta gotic cu muchiile rotunjite, cu raze  $D_E/3$ , de lungimi mai mici decât  $0,75 \cdot D_E$ , cu extremitățile în formă de semicerc cu raze  $D_E/40$  iar elicele (9 și 11) au în componență fiecare câte 3÷6 pale (7), de preferință câte trei pale pentru că elicele cu trei pale sunt mult mai ușor de echilibrat.

5. Componentele turbinei eoliene, conform revendicărilor de la 1 la 4, **caracterizat prin aceea că** deflectorul, confuzorul cu flanșă și elicele, permit realizarea unor configurații modulare care pot fi constituite din elemente amovibile, din materiale ca rășină epoxidică cu fibră de sticlă sau fibră de carbon, din tablă de aluminiu, materiale compozite, materiale plastice, fibra de sticlă ranforsată, suprafețele exterioare și suprafețele interioare trebuie să aibă o rugozitate de  $0,4 \div 1,6$   $\mu\text{m}$  asigurându-se un coeficient mic de frecare în contact cu jetul de fluid; elicele pot fi de tipul NACA 44 sau CK220, profile obținute prin lipirea a două cavități în oglindă, componentele amovibile pot fi realizate din fibră de carbon, interiorul cavităților poate fi ranforsat individual printr-un sistem foarte flexibil și rezistent de tip fagure, asigurându-se o eficiență aerodinamică și respectiv o reducere a solicitărilor mecanice prelungind viața elicei turbinei eoliene și scăzând costurile de mentenanță.

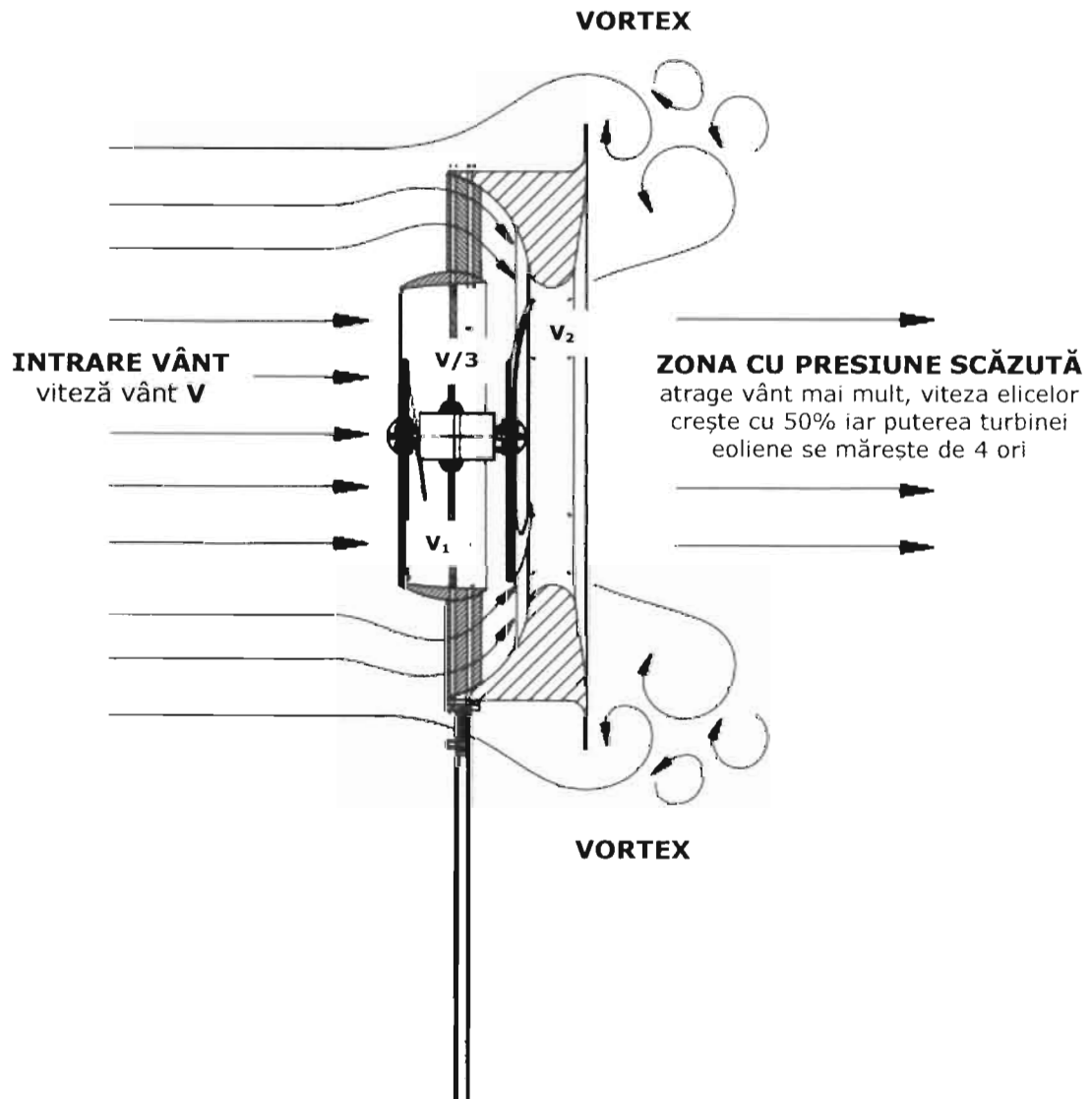


Fig. 1.

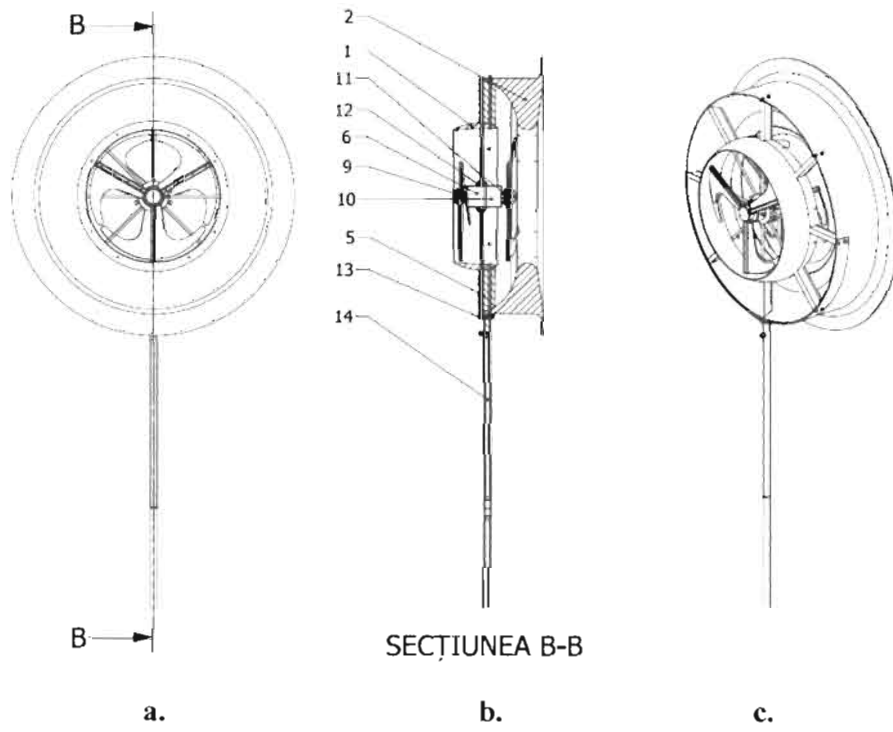
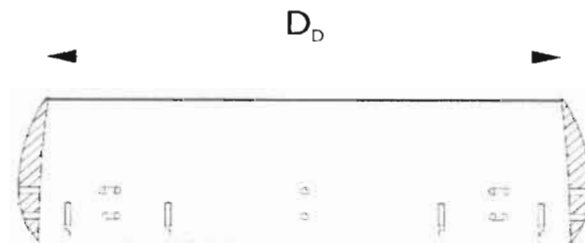
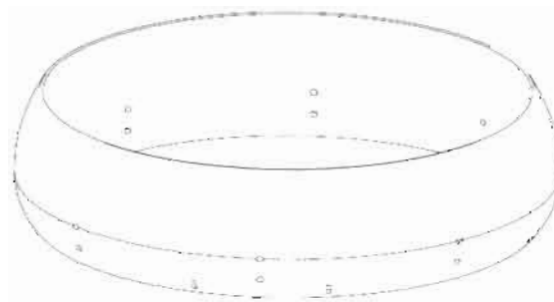


Fig. 2.



SECȚIUNEA A-A

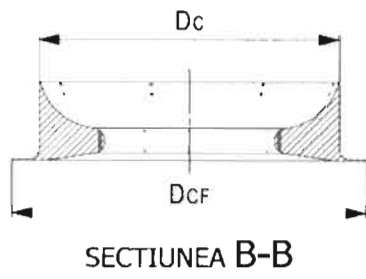
**a.**



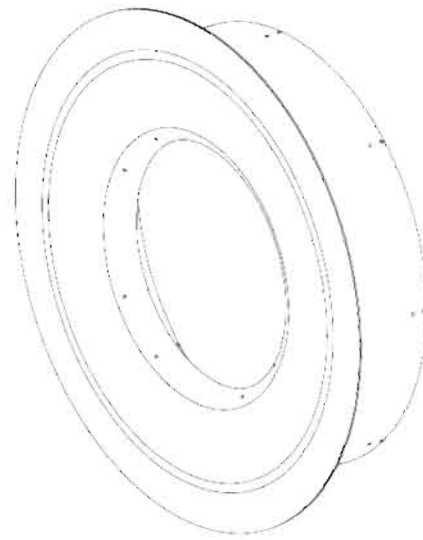
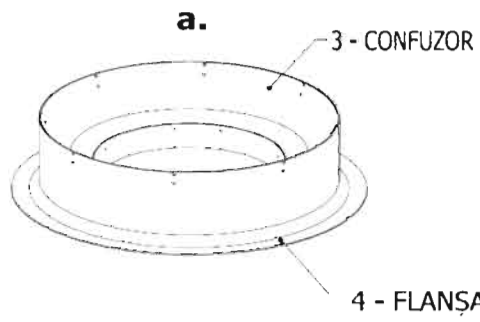
**b.**

Fig. 3.

62

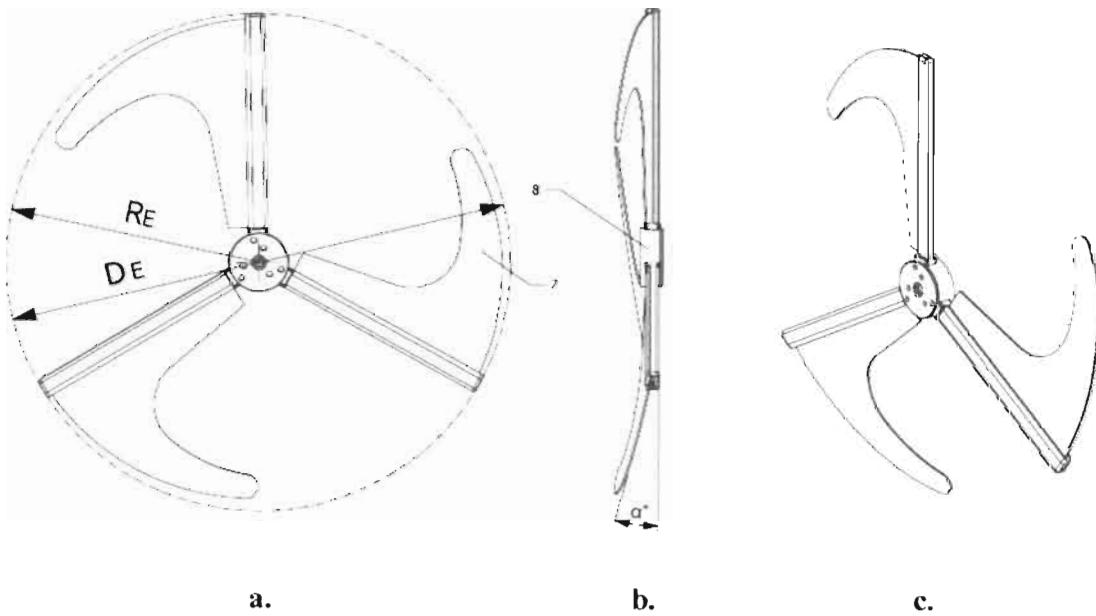


SECTIUNEA B-B



b.

Fig. 4.



a.

b.

c.

Fig. 5.