

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00572

(22) Data de depozit: 19/09/2022

(41) Data publicării cererii:
30/01/2023 BOPI nr. 1/2023

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

(72) Inventatori:
• ZAHARIA SEBASTIAN MARIAN,
STR.FERIGII, NR.3, BL.19, SC.B, AP.2,
BRAȘOV, BV, RO;
• PASCARIU IONUȚ STELIAN,
STR.OBORULUI, NR.4, SC.B, AP.30,
RĂDĂUȚI, SV, RO;

• STAMATE VALENTIN MARIAN,
STR. MANOLE DIAMANDI NR.17, AP. 15,
BRAȘOV, BV, RO;
• CHICOS LUCIA ANTONETA,
STR.G-RAL LEONARD MOCIULSCHI,
NR.32, BL.25, AP.36, BRAȘOV, BV, RO;
• BUICAN GEORGE RĂZVAN, STR.OVIDIU,
NR.6, BL.12, SC.B, AP.5, BRAȘOV, BV, RO;
• POP MIHAI ALIN, STR.GHEORGHE
DOJA, NR.17, SAT CRISTIAN, BV, RO;
• LANCEA CAMIL TRAIAN SORIN,
STR.BRAȘOVULUI, NR.70,
COMUNA HARMAN, BV, RO

(54) AVION FĂRĂ PILOT FABRICAT DIN MATERIALE COMPOZITE UTILIZÂND TEHNOLOGII ADITIVE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un avion fără pilot fabricat din materiale compozite utilizând tehnologii aditive, destinat misiunilor de căutare și salvare. Avionul, conform invenției este constituit dintr-un fuzelaj (1), două aripi (2) pe care sunt montate niște sisteme (3) de propulsie alcătuite din două motoare electrice, un tren (4) de aterizare principal și o bechie (5), un ampenaj orizontal format dintr-un stabilizator (6) și un profundor (7), un ampenaj vertical format dintr-o derivă (8) și o direcție (9), niște flapsuri (10), niște eleroane (11) și niște aripioare (12), o cameră (13) de termoviziune și un sistem (14) de control al zborului.

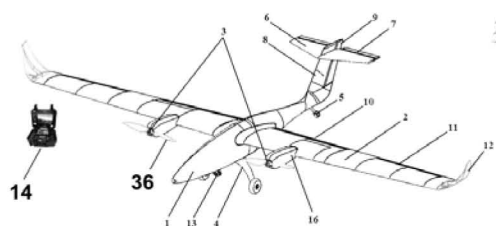


Fig. 1

Revendicări: 7
Figuri: 14

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



ly

Invenția se referă la un avion fără pilot, propulsat de un sistem format din două motoare electrice, fabricat din materiale compozite utilizând tehnologii aditive, echipat cu cameră de termoviziune și cu sistem de control al zborului, capabil să îndeplinească misiuni de căutare și salvare.

Se cunosc diferite tipuri de avioane fără pilot, realizate prin metode clasice de fabricare a materialelor compozite sau prin tehnologii aditive de fabricație.

Din brevetul CN106671402A, se cunoaște un avion fără pilot fabricat prin tehnologii aditive. Acest avion fără pilot a fost proiectat cu ajutorul softurilor specifice și pregătit pentru fabricarea aditivă. Brevetul menționat prezintă următoarele dezavantaje: nu deține sistem de propulsie, distanța de zbor și plafonul de zbor sunt scăzute și depind de circulația atmosferică a aerului; nu sunt prevăzute sisteme electronice și de control asupra avionului fără pilot, nu sunt evidențiate calcule preliminare de aerodinamică privind performanțele de zbor.

Din brevetul US 20150064299 A1, se cunoaște un avion fără pilot care cuprinde o bibliotecă de piese, o bază de date și un sistem de gestionare a pieselor. Baza de date este configurată pentru a stoca intrări care identifică o printare 3D a pieselor folosind fișierele salvate. Acest brevet prezintă următoarele dezavantaje: protejarea unei baze de date cu componente și a unui sistem de management aferente unui avion Boeing determină limitarea acestui brevet; nu există detalii cu privire la: materialele utilizate, procedeele de fabricare ale componentelor, sistemele de propulsie, sistemul de control a avionului, configurația avionului, asamblarea componentelor.

Avionul fără pilot fabricat din materiale compozite utilizând tehnologii aditive, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate, prin aceea că, în scopul obținerii sustentației, utilizează tehnologiile aditive atât pentru fabricarea componentelor din materiale compozite, cât și a sistemelor de propulsie din pulberi metalice, fiind echipat cu cameră de termoviziune și cu sistem de control al zborului, destinat misiunilor de căutare și salvare.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția revendicată constă în aceea că avionul fără pilot fabricat prin tehnologii aditive din materiale compozite, utilizând sistemul de propulsie și echipat cu cameră de termoviziune și cu sistem de control al zborului, poate îndeplini misiuni de căutare și salvare.

Avionul fără pilot, cu aripi trapezoidale poziționate median, este construit în conformitate cu cerințele aerodinamice prevăzute de reglementările aeronautice în domeniu. Aripile au fost prevăzute cu trei lonjeroane de rigidizare poziționate la bordul de atac, la grosimea maximă a profilului și la bordul de fugă, fiind conectate de structura fuzelajului prin tije din fibră de carbon. Aripa este prevăzută cu eleroane pentru controlul axei de ruluu și cu flapsuri pentru creșterea portanței în cadrul procedurilor de decolare și de aterizare. Zborul avionului fără pilot se realizează



2024 R A + Juan 2 (Bog) Alin Ian

prin intermediul sistemului de propulsie, care cuprinde două motoare electrice, poziționate pe structura aripilor printr-o componentă de tip nacelă. 46

Avionul fără pilot este constituit din fuzelaj, de formă cilindrică, fabricat din filament de fibră de sticlă, de care sunt fixate următoarele structuri: aripa, ampenajul orizontal și vertical, trenul de aterizare și camera de termoviziune. Pentru a oferi o rezistență cât mai bună modelului, joncțiunea aripii cu fuzelajul va fi fabricată, dintr-o singură piesă, prin procedeul de extrudare termoplastică a filamentului. Forma aerodinamică a fuzelajului asigură capacitatea de încărcare maximă, la o rezistență la înaintare cât mai redusă. Echipamentele electronice (acumulator, pilot automat, receptor, transmițător video) sunt poziționate cât mai aproape de centrul de greutate a avionului fără pilot pentru ca momentele de inerție să fie cât mai reduse. Fuzelajul prezintă decupaje care vor permite accesul la componentele electronice. De asemenea, pe structura fuzelajului se vor adăuga elemente de ranforsare, fabricate prin extrudare termoplastică, în zonele unde solicitările sunt mai intense (prinderea trenului de aterizare de fuzelaj, prinderea camerei de termoviziune de suprafața fuzelajului).

Pentru ampenajul orizontal și ampenajul vertical a fost aleasă o configurație clasică, fiecare dintre acestea prezentând o suprafață fixă și una mobilă. Astfel, ampenajul orizontal prezintă stabilizatorul și profundorul, iar ampenajul vertical prezintă direcția și derivă. Pentru a reduce rezistența la înaintare, indusă la capătul aripilor, au fost utilizate componente de tip aripioare, fabricate din fibră de sticlă. Pentru rularea, decolarea și aterizarea avionului fără pilot se utilizează un tren de aterizare triciclu, fabricat din fibră de carbon, neescamotabil, alcătuit din două brațe laterale și o bechie.


Fabricarea tuturor componentelor structurale, precum: fuzelaj, aripa, eleroane, flapsuri, aripioare, ampenaj orizontal, ampenaj vertical, tren de aterizare, se realizează utilizând filamente din materiale compozite, din fibră de sticlă sau fibră de carbon, prin procedeul aditiv de extrudare termoplastică. Realizarea componentelor motorului electric (rotor) se realizează prin intermediul procedeelelor de fabricație aditivă metalice (sinterizare selectivă cu laserul).

Avionul fără pilot fabricat prin tehnologii aditive din materiale compozite, este numit în continuare avion fără pilot AFPC.

Spre deosebire de soluțiile existente, avionul fără pilot AFPC, fabricat din materiale compozite utilizând tehnologii aditive prezintă următoarele **avantaje**:

- realizarea fizică, într-un timp cât mai scurt, prin utilizarea tehnologiilor aditive din materiale compozite, fără a fi nevoie de matrițe pentru fiecare componentă a avionului;
- este deplasabil datorită sistemului de propulsie format din două motoare electrice;
- poate funcționa adaptându-se condițiilor impuse de misiunea de zbor pentru distanțe mari de

2014 R A → 3


2/6

operare;

- localizează cu precizie obiectivele urmărite prin intermediul camerei cu termoviziune, fiind echipat cu sistem de control capabil să asigure managementul programat al zborului;
- prezintă performanțe aerodinamice bune determinate cu ajutorul softurilor specifice curgerii fluidelor;
- autonomie mare datorită echipării avionului fără pilot cu elice pliabile și care pot transforma avionul propulsat într-un planor zburând ajutat de curenții de aer.

45

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, referitor la un avion fără pilot fabricat din materiale compozite utilizând tehnologii aditive, în legătură și cu figurile 1...12, care prezintă:

- Fig.1, Vedere izometrică a avionului fără pilot;
- Fig.2, Vedere frontală a avionului fără pilot;
- Fig.3, Vedere laterală a avionului fără pilot;
- Fig.4, Vedere de sus a avionului fără pilot;
- Fig.5, Detaliu aripă – tije de carbon;
- Fig.6, Structura aripii;
- Fig.7, Detaliu aripă - zona bordurată de lipire;
- Fig.8, Detaliu asupra structurii de rezistență a aripioarei;
- Fig.9, Structura fuzelajului;
- Fig.10, Structura de rezistență a ampenajului vertical;
- Fig.11, Structura de rezistență a ampenajului orizontal;
- Fig.12, Etapele fabricării componentelor avionului fără pilot prin procedeul de extrudare termoplastică a filamentului compozit;
- Fig.13, Etapele fabricării componentelor motorului electric prin procedeul de sinterizare selectivă cu laserul a pulberilor metalice;
- Fig.14, Divizarea pe tronsoane a avionului fără pilot.

Avionul fără pilot AFPC, conform invenției, prezintă o structură cu aripa **2** poziționată median, de formă trapezoidală, fabricată din fibră de carbon, atât învelișul **15**, cât și structura de rezistență. Profilul aerodinamic utilizat a fost NACA 4415, atât la încastrare, cât și la extremitatea aripii. Pe structura aripii au fost atașate cele două nacele **16** pentru poziționarea și protejarea sistemelor de propulsie **3**. Rigidizarea structurală a aripii a fost obținută prin utilizarea a două tije din fibră de carbon **17** și **18**, conform Figurii 5.

Structura de rezistență a aripii prezintă o configurație cu trei lonjeroane, conform Figurii 6.



2019 R A + [Signature] 4 [Signature] [Signature] [Signature]

44

astfel: un lonjeron **19** cu profil C, poziționat la bordul de atac al aripii, un lonjeron **20** cu profil C, necesar pentru preluarea solicitărilor din zona bordului de fugă a aripii care este prevăzut cu o suprafață cilindrică **21**, prin interiorul cărora se vor introduce tije de carbon **18** necesare pentru a facilita ghidarea tronsoanelor de aripă fabricate prin tehnologii aditive, un lonjeron **22** cu profil X, de tip grindă cu zăbrele, care are scopul de a prelua solicitările din partea centrală a aripii și de poziționare a tijelor de carbon **17** prin suprafața cilindrică **23**. Pentru reducerea masei avionului fără pilot AFPC și pentru a avea o ușurință în fabricație s-a ales ca nervurile de rezistență să fie poziționate pe suprafețele de lipire dintre tronsoanele aripii realizate prin tehnologii aditive, prin adăugarea unor borduri **24**, de grosime de 3 mm (conform Figurii 7). Pe aripă a fost proiectată nacela **16**, necesară pentru a proteja și rigidiza zona din apropierea sistemelor de propulsie. Această porțiune prezintă o rezistență ridicată, deoarece sistemele de propulsie determină vibrații și solicitări importante în exploatarea avionului fără pilot AFPC.

Pentru controlul axei de ruluu, aripa a fost prevăzută cu eleroane **11**, iar dispozitivele de hipersustentație utilizate pentru avionul fără pilot AFPC au fost flapsurile **10**. Flapsurile **10** au fost dispuse la bordul de fugă a aripii, iar prin bracarea acestora se va mări portanța în etapele de decolare și aterizare.

Aripioarele **12** reduc rezistența indusă la vârfurile aripii și crește raportul dintre forța portantă și forța de rezistență la înaintare. Prin utilizarea dispozitivelor de tip aripioară **12**, se reduce consumul de energie și crește performanța motoarelor electrice pentru modelul experimental. Aceste aripioare **12** au o structură similară cu cea a aripii, cu lonjeron **25** cu profil X și un lonjeron **26** cu profil I, pentru a facilita fabricarea prin tehnologii aditive, fără material suport și pentru a conferi o structură cu o rigiditate ridicată (conform Figurii 8).

Fuzelajul **1** cuprinde o structură de tip monococă, fabricat din fibră de sticlă, având următoarele componente: înveliș **27** și cadre de rigidizare **28**. Cadrele de rigidizare sunt poziționate pe două direcții la un unghi de 45°, pentru o fabricare prin tehnologii aditive fără suport. S-a optat pentru soluția constructivă de tip monococă, pentru a se utiliza cât mai eficient spațiul interior a fuzelajului, dar și pentru o asamblare și fabricare cât mai ușor de realizat (conform Figurii 9). În zona frontală a fuzelajului a fost poziționată camera de termoviziune **13** utilizată la captarea unor imagini termice foarte clare, astfel încât să se îndeplinească misiune principală de căutare și salvare, a avionului fără pilot AFPC.

Pentru ampenajul orizontal și ampenajul vertical s-a ales o configurație clasică, fiecare dintre acestea prezentând o suprafață fixă și una mobilă. Astfel, ampenajul orizontal prezintă stabilizatorul **6** și profundorul **7**, iar ampenajul vertical prezintă derivă **8** și direcția **9**.

Ampenajul orizontal este poziționat în partea superioară a derivei, pentru a putea fi scos din



35/19 R

H +

5
Jovanovic

Alin

fan

4/6

zona de influență a aripii **2**. Profilul aerodinamic, pentru cele două tipuri de ampenaje, a fost NACA 0015. Profilul NACA 0015 este un profil simetric și subțire, utilizat pentru a păstra ordinul de mărime a valorii portanței la bracarea profundorului sau a direcției, totodată prezentând o rezistență la înaintare minimă. Pentru fabricarea prin tehnologii aditive a ampenajelor s-a decis alegerea următoarelor structuri de rezistență: deriva **8**, conține nervurile **29** poziționate la 45° și un lonjeron **30** de profil I, direcția **9** include un lonjeron de profil I **31**, poziționat la 60° (conform Figurii 10). Stabilizatorul **6**, prezintă structura de rezistență a aripii cu trei lonjeroane, astfel: un lonjeron **32**, de profil C, poziționat la bordul de atac; un lonjeron **33**, cu profil I poziționat spre bordul de fugă; un lonjeron central **34**, cu structură grindă cu zăbrele, poziționat în zona de grosime maximă a cozii profilului aerodinamic. Structura de rezistență a profundorului are în componență un lonjeron **35** cu profil I (conform Figurii 11).

Trenul de aterizare principal **4** a avionului fără pilot AFPC va face posibilă rularea acestuia pe sol în condiții de siguranță fără deteriorarea aeronavei în timpul rulajului, decolării și aterizării. Configurația de tren de aterizare aleasă pentru acest avion este de tip triciclu, neescamotabil, format din două brațe laterale și bechie **5**.

Tehnologiile de fabricație aditive utilizate la realizarea avionului fără pilot AFPC sunt următoarele: extrudarea termoplastică de filament compozit și sinterizarea selectivă cu laserul utilizând pudră metalică.

Extrudarea termoplastică a filamentului compozit reprezintă un proces de fabricație aditivă a componentelor tridimensionale prin adăugare strat peste strat a materialului compozit topit, pornind de la modelul digital tridimensional. Etapele principale ale fabricării unui tronson de aripă, din structura avionului fără pilot AFPC, sunt descrise în Figura 12. Ca la orice procedeu aditiv de fabricație se pornește de la modelul digital tridimensional ce urmează a fi fabricat. Modelul este salvat în format .stl (stereolitografie) și este importat în sistemul software dedicat fabricării prin procedeul de extrudare termoplastică. Modelul este pregătit pentru fabricare în sistemul software dedicat, prin stabilirea parametrilor de fabricare, specifici filamentului compozit utilizat. După stabilirea parametrilor, urmează salvarea fișierului G code și transmiterea acestuia către echipamentul utilizat, rezultând, în final, modelul fizic, tridimensional, fabricat prin procedeul de extrudare termoplastică (conform Figurii 12).

Sinterizarea selectivă cu laserul a pulberilor metalice reprezintă un procedeu de fabricație aditivă care pornește de la un model digital tridimensional și se materializează prin adăugare de straturi, succesive, de pulbere topită. Fasciculul mobil al laserului sinterizează selectiv stratul de pudră metalică, aflat pe platforma de lucru din interiorul cuvei, iar procesul se repetă până când componenta este finalizată. Etapele principale de fabricare prin procedeul aditiv de sinterizare



Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including a signature on the left, a signature with the number '6' above it, a signature 'Alin', and a signature 'fan' on the right. A handwritten '5/6' is located at the bottom right corner.

42

selectivă cu laserul ale rotorului motorului electric au fost prezentate în Figura 13. Aceste etape constau în: proiectarea modelului digital tridimensional într-un sistem software specific, salvarea modelului în format .stl și importarea acestuia în sistemul software dedicat fabricării prin sinterizare selectivă cu laserul, generarea programului de fabricare, transmiterea codului (programului) de fabricare către echipamentul de fabricare aditivă, sinterizarea straturilor de pulbere aferente modelului proiectat, urmată de infiltrarea cu bronz, curățarea și obținerea modelului fizic, tridimensional, final.

Fabricarea prin tehnologii aditive a avionului fără pilot AFPC se realizează prin împărțirea avionului pe tronsoane (conform Figurii 14). Tronsoanele sunt asamblate, prin lipire cu adeziv utilizat pentru materialele plastice, rezultând componentele structurale (aripă semiplan stâng și drept, aripioare, flapsuri, fuzelaj, profundor, stabilizator, derivă, direcție, tren de aterizare față și bechie) ale avionului fără pilot AFPC.

Zborul avionului fără pilot AFPC se realizează prin intermediul sistemului de propulsie 3, compus din două motoare electrice, poziționate pe aripile avionului și prevăzute cu elice 36.

Modul de funcționare a avionului fără pilot AFPC este descris în cele ce urmează. În timpul asamblării componentelor avionului fără pilot AFPC se conectează servocomenzile prin intermediul tijelor de comandă la suprafețele comandă, atât de pe aripă (eleroane și flapsuri), cât și de pe ampenajul orizontal (profudor) și vertical (direcție). Servocomenzile sunt conectate la receptor, acesta din urmă fiind conectat la sistem de control al zborului. După poziționarea celor două motoare electrice pe aripă, acestea sunt conectate la regulatorul de turație, care la rândul lui este conectat la receptor. De asemenea, camera de termoviziune se conectează la transmițătorul video al sistemului de control a zborului. Prima etapă în funcționarea avionului fără pilot AFPC constă în pornirea stației radio de control de la sol și conectarea automată a acesteia la receptor. A doua etapă constă în verificarea comenzilor avionului fără pilot. A treia etapă este dedicată efectuării zborului după o misiune prestabilită: rulare – decolare – zbor ascensional – zbor de croazieră – zbor descendent – aterizare – rulare la sol. Prin intermediul sistemului de control al zborului, o persoană autorizată poate controla zborul avionului fără pilot AFPC prin operarea de la sol al acestuia.



Bibliografie

41

1. 胡龙王博王一博, Novel unmanned aerial vehicle (UAV) manufacturing method based on 3D printing technology, CN106671402A, 2017.
2. Rocke Robert Koreis, Three Dimensional Printing of Parts, US20150064299A1, 2013.
3. Francis Froes, Boyer Rodney, Additive Manufacturing for the Aerospace Industry, Editura Elsevier Science Publishing, 2019.
4. Elhajjar Rani, Additive Manufacturing of Aerospace Composite Structures- Fabrication and Reliability, Editura SAE International, 2017.
5. Leila Ladani, Additive Manufacturing of Metals: Materials, Processes, Tests, and Standards, DEStech Publications, 2021.



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Revendicări

40

1. Avionul fără pilot AFPC, **caracterizat prin aceea că**, piesele componente, inclusiv sistemul de propulsie, sunt realizate utilizând tehnologiile aditive de fabricație, care poate fi echipat cu cameră de termoviziune și cu sistem de control al zborului.

2. Avionul fără pilot AFPC, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** este compus din: fuzelaj (1), aripii (2), pe care sunt montate sistemele de propulsie (3), flapsuri (10), eleroane (11), aripioare (12), ampenajul orizontal alcătuit din stabilizator (6) și profundor (7), ampenajul orizontal constituit din derivă (8) și direcție (9), tren de aterizare principal (4) și bechie (5), fabricate prin procedeul aditiv de extrudare termoplastică a filamentului compozit.

3. Avionul fără pilot AFPC, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** sistemul de propulsie (3) alcătuit din două motoare electrice fabricate prin tehnologii aditive de fabricație cu pulberi metalice.

4. Avionul fără pilot AFPC, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că deține** în componența sa și o cameră de termoviziune (13), care permite colectarea unor imagini termice clare necesare efectuării misiunilor de căutare și salvare.

5. Avionul fără pilot AFPC, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** este dotat cu sistem de control al zborului (14), capabil să asigure managementul programat al zborului.

6. Avionul fără pilot AFPC, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** structura aripii este compusă din: un lonjeron cu profil C (19) poziționat în zona bordului de atac a aripii, un lonjeron cu profil C (20), poziționat în zona bordului de fugă a aripii, prevăzut cu o suprafață cilindrică (21), prin interiorul căroră se vor introduce tije de carbon (18), un lonjeron cu profil X (22), prevăzut cu o suprafață circulară (23) traversată de o tijă de carbon (17) care asigură rezistența structurală a aripii.

7. Avionul fără pilot AFPC, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** structura de rezistență este asigurată printr-o rețea densă de cadre (28), poziționate pe 2 direcții la un unghi de 45°, poziționate astfel încât să asigure rezistența de ansamblu a fuzelajului.



39

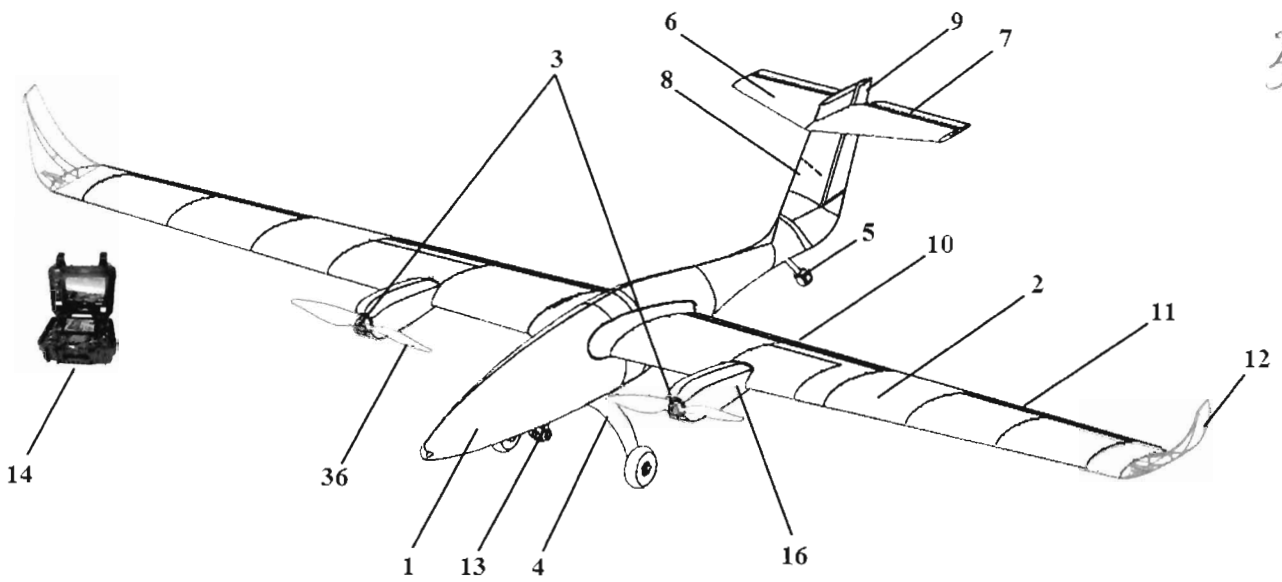


Fig. 1

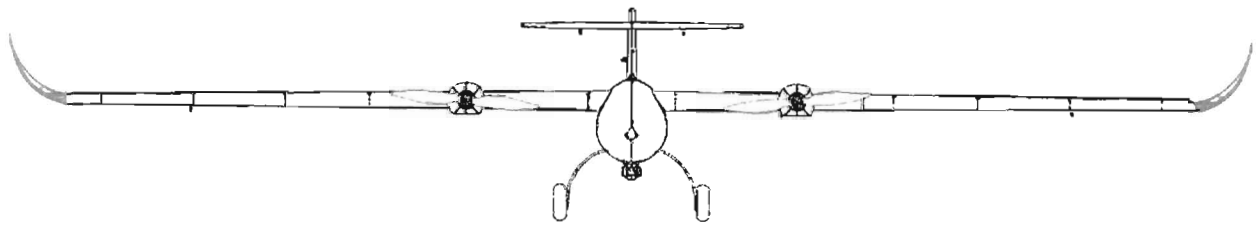


Fig. 2

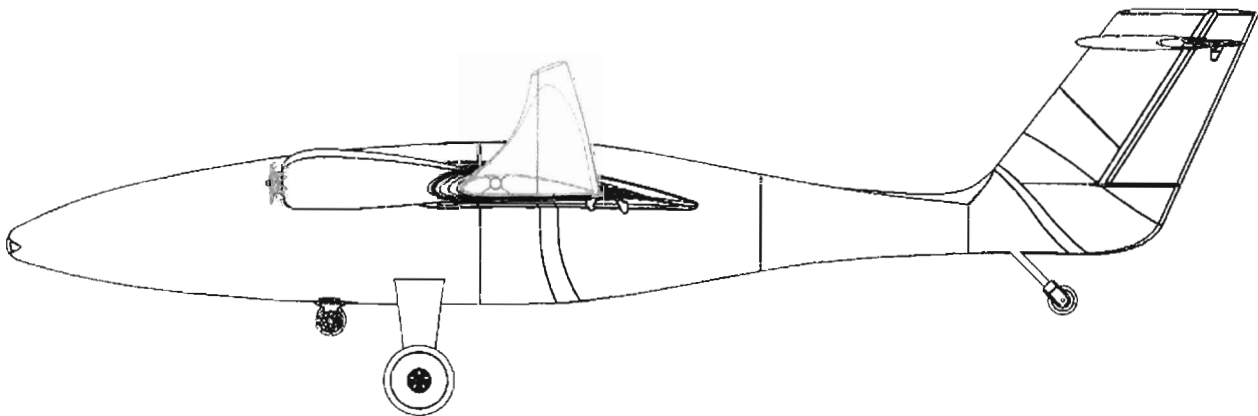


Fig. 3

[Handwritten signature]

[Handwritten signature] 10
Buz

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



38

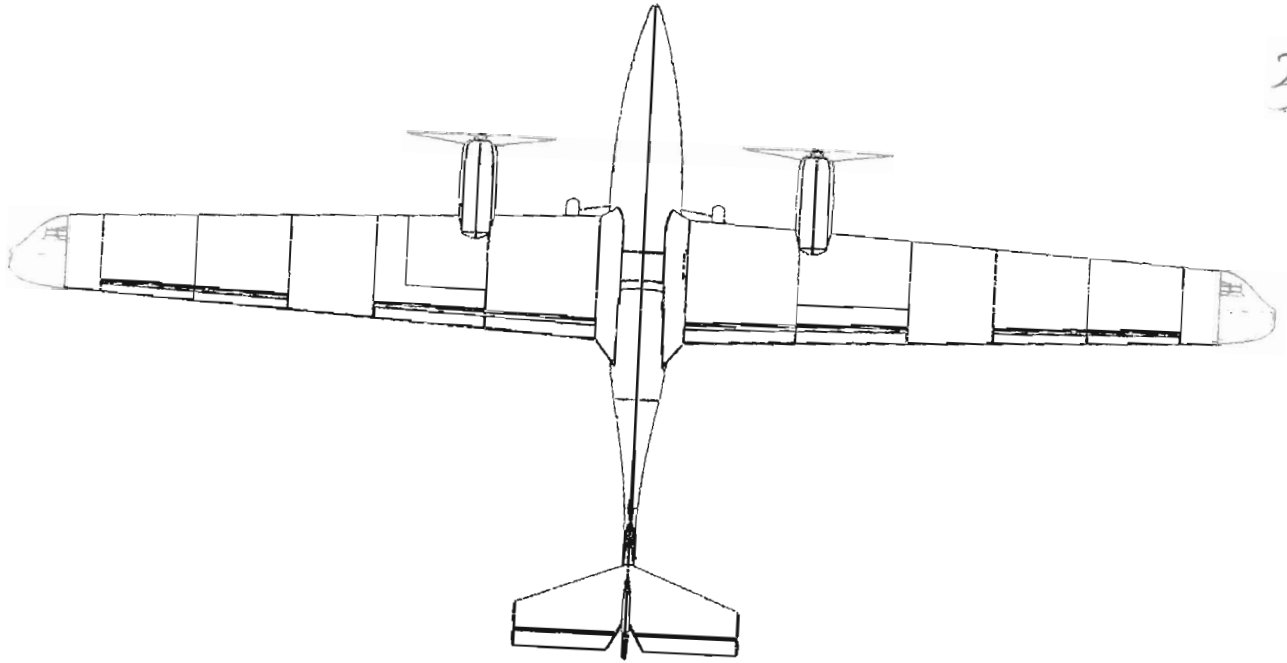


Fig. 4

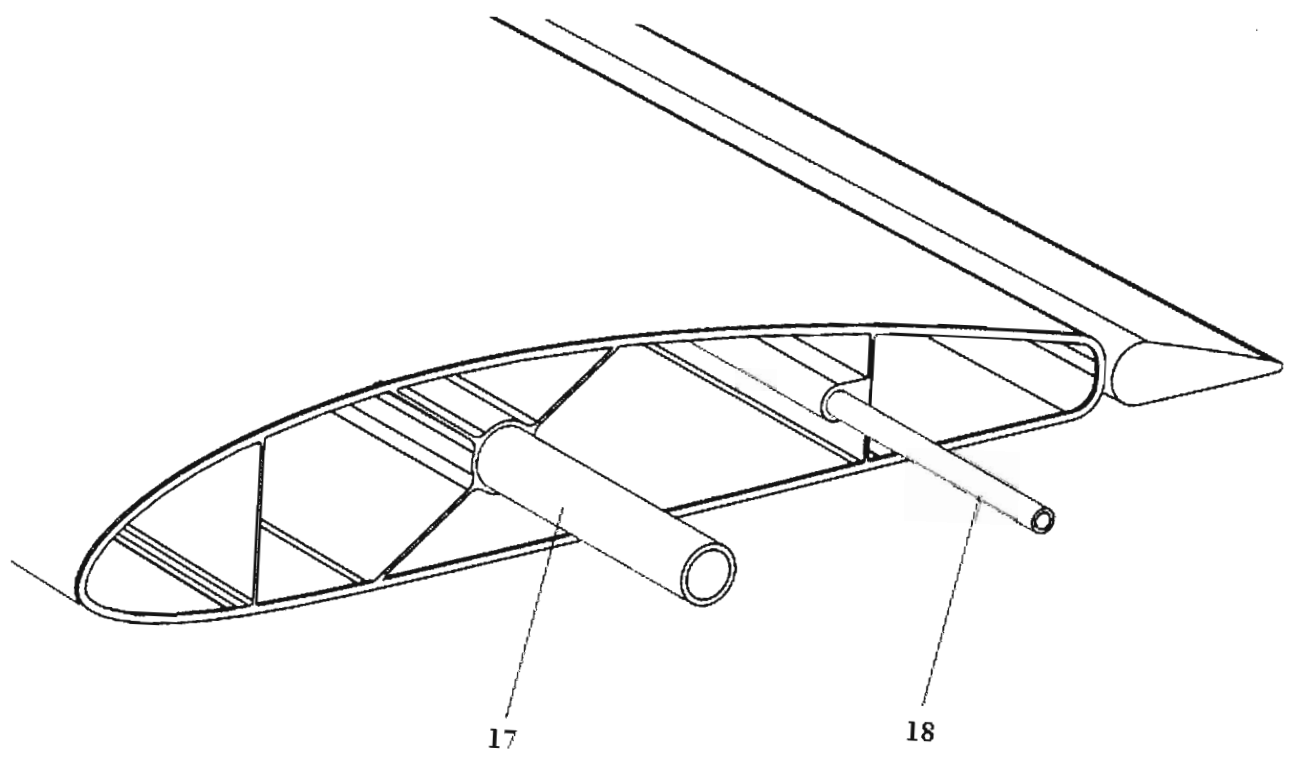


Fig. 5

Handwritten signature and initials

11
Handwritten signature and initials

13
Handwritten signature and initials



37

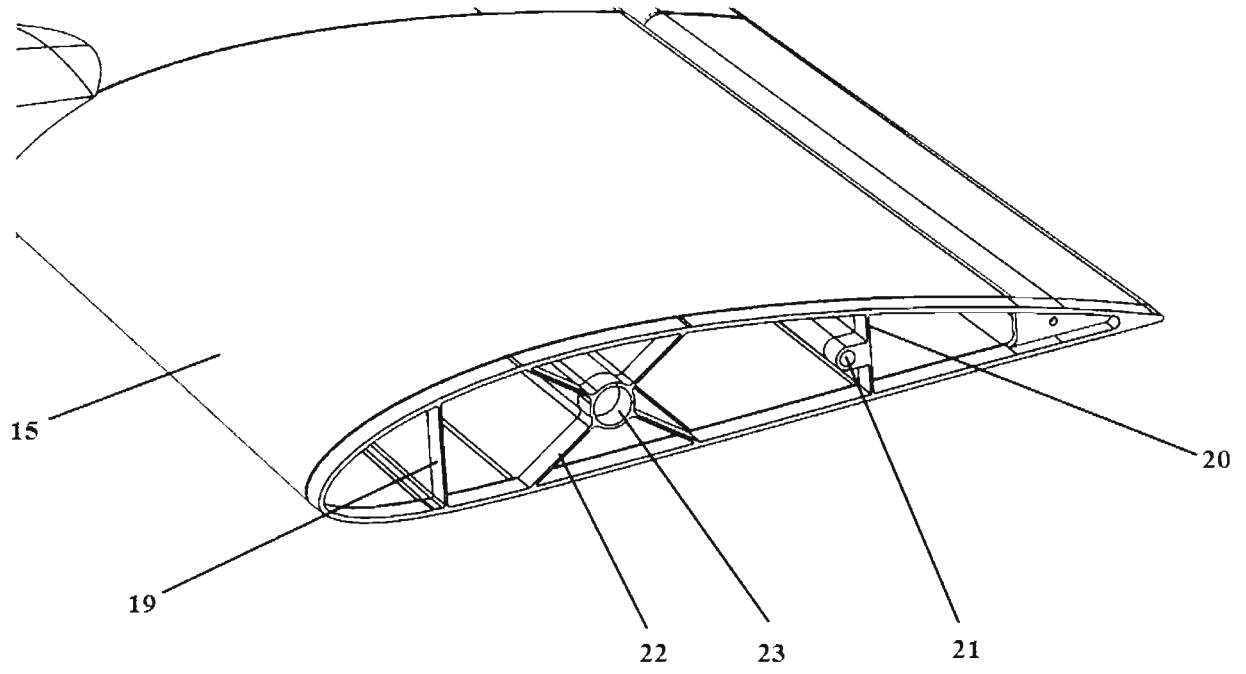


Fig. 6

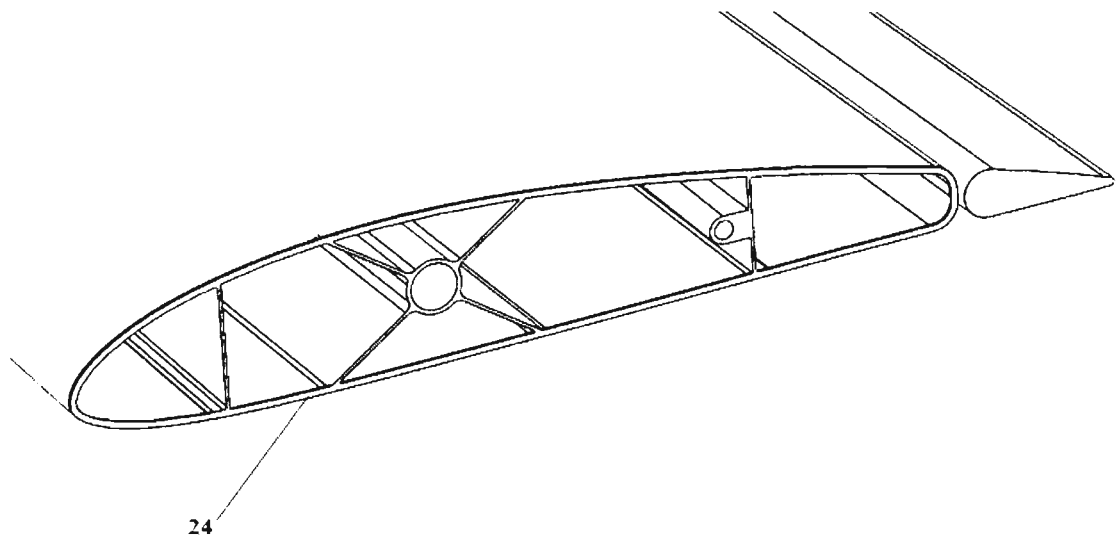


Fig. 7

[Handwritten signature]

[Handwritten signature] 12

[Handwritten signature]


 MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CĂUȚĂRII ȘTIINȚELOR
 BUCUREȘTI
 ROMÂNIA
[Signature]

36

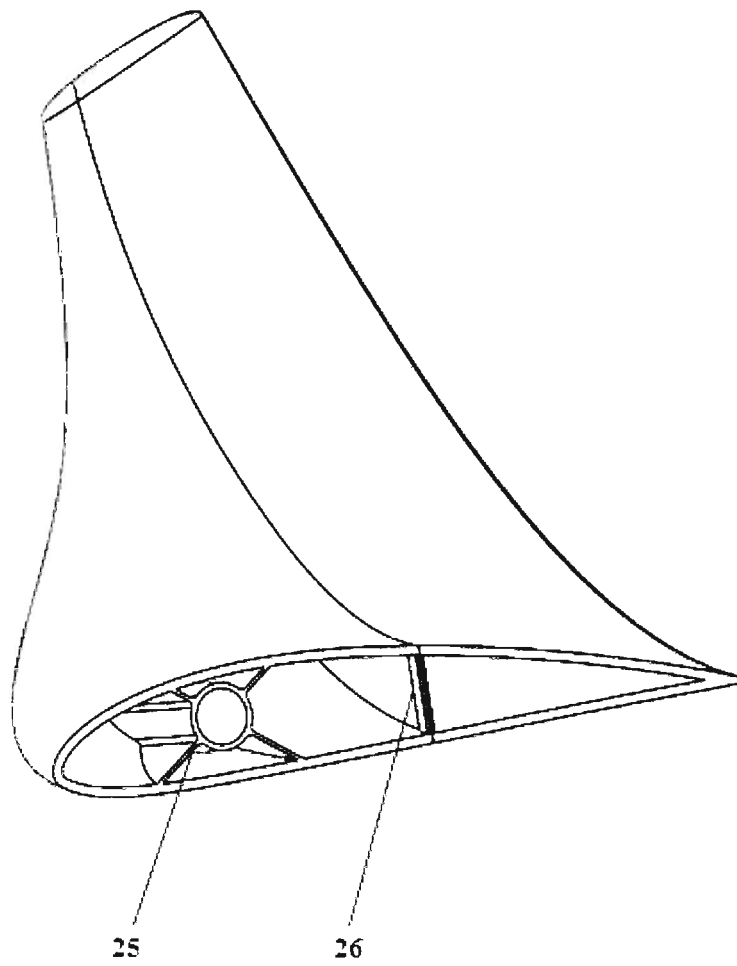


Fig. 8

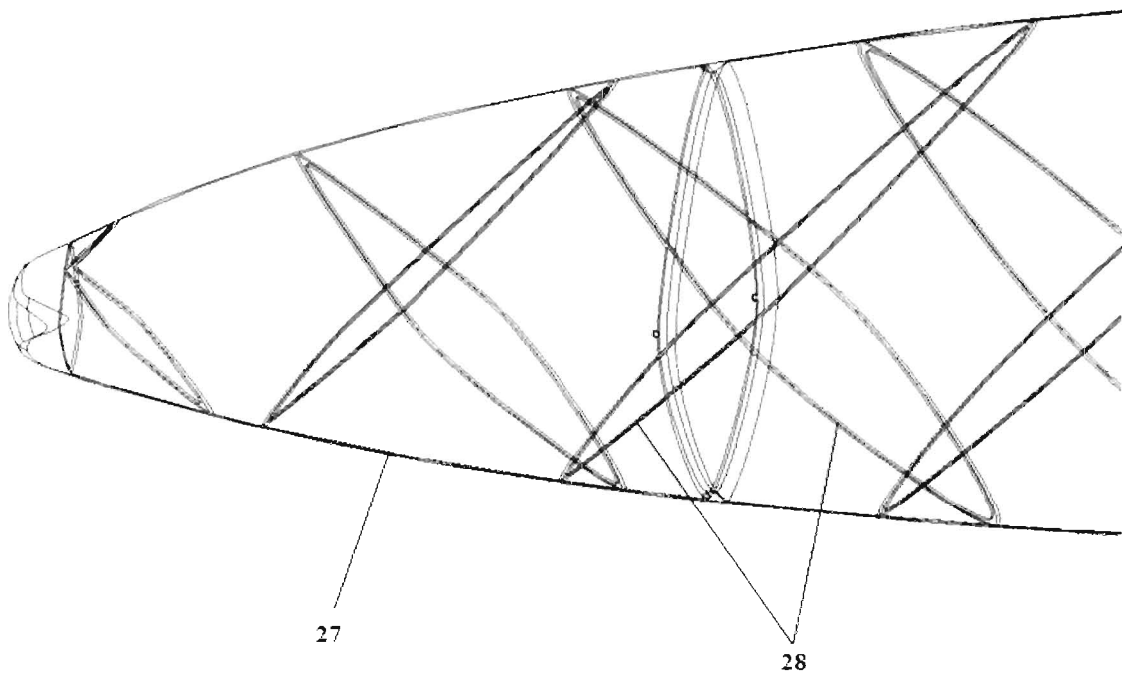


Fig. 9



25/11/14 R H + Jovan Boy Alin Sam 13 4/2

35

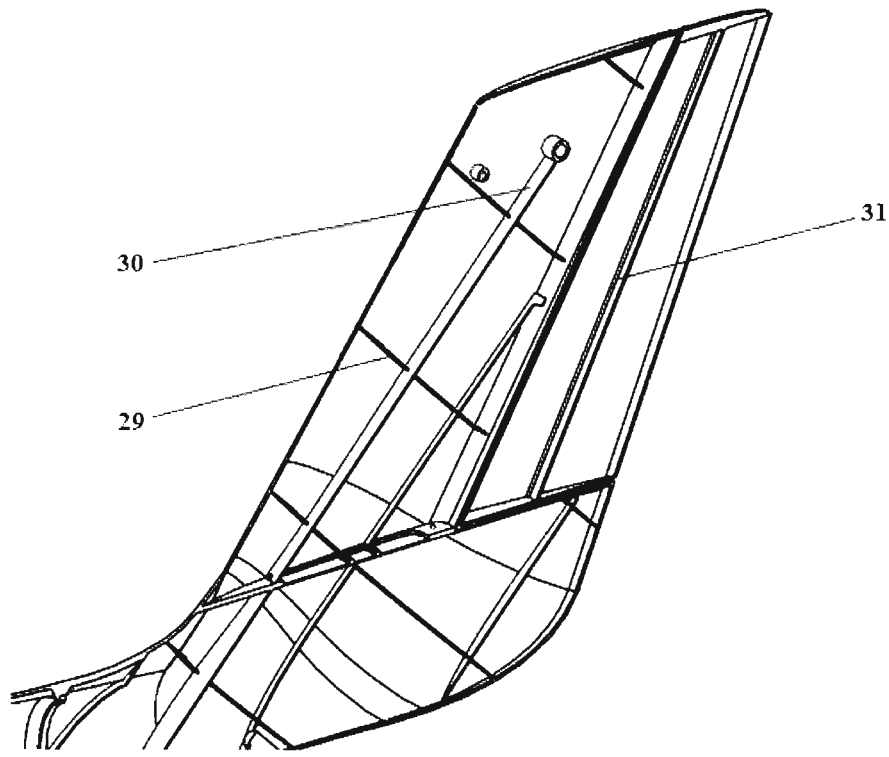


Fig. 10

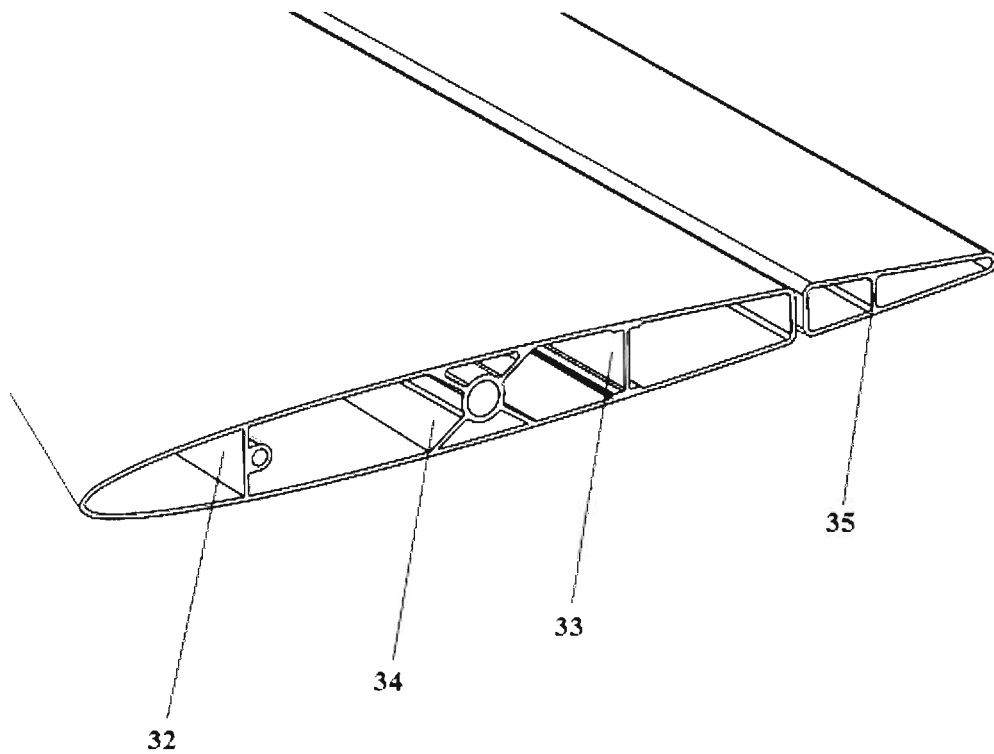

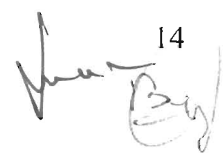





Fig. 11

34

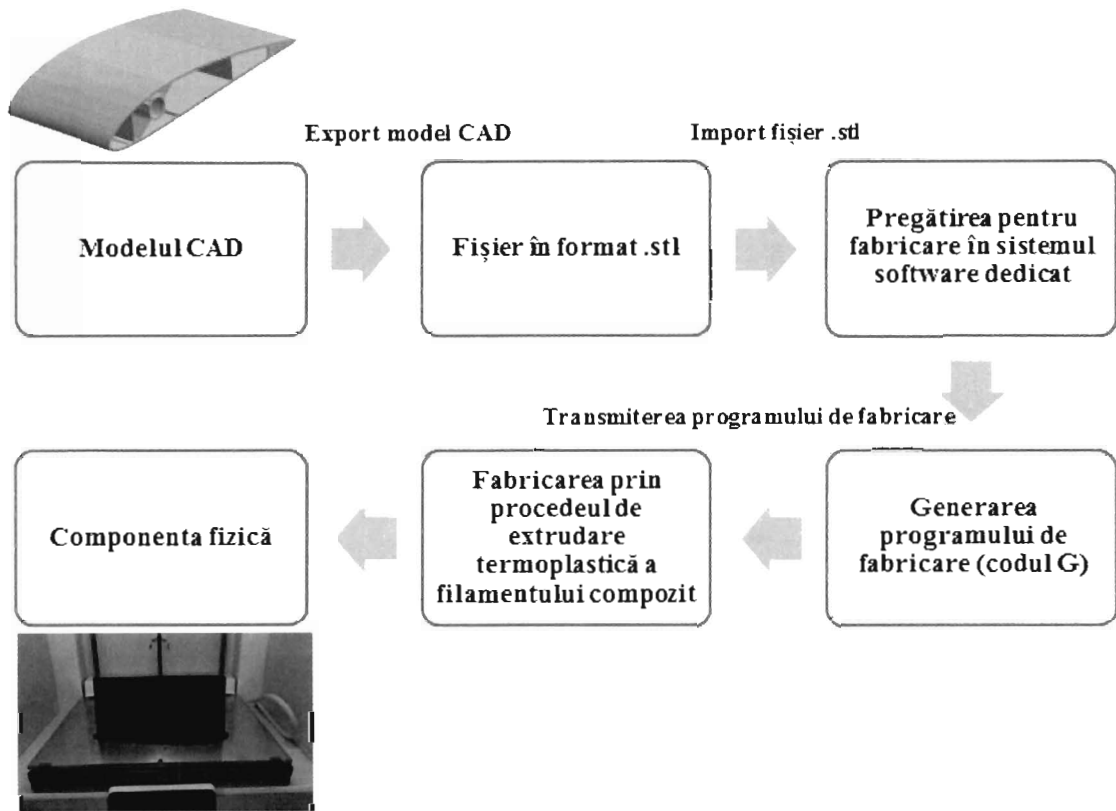


Fig. 12

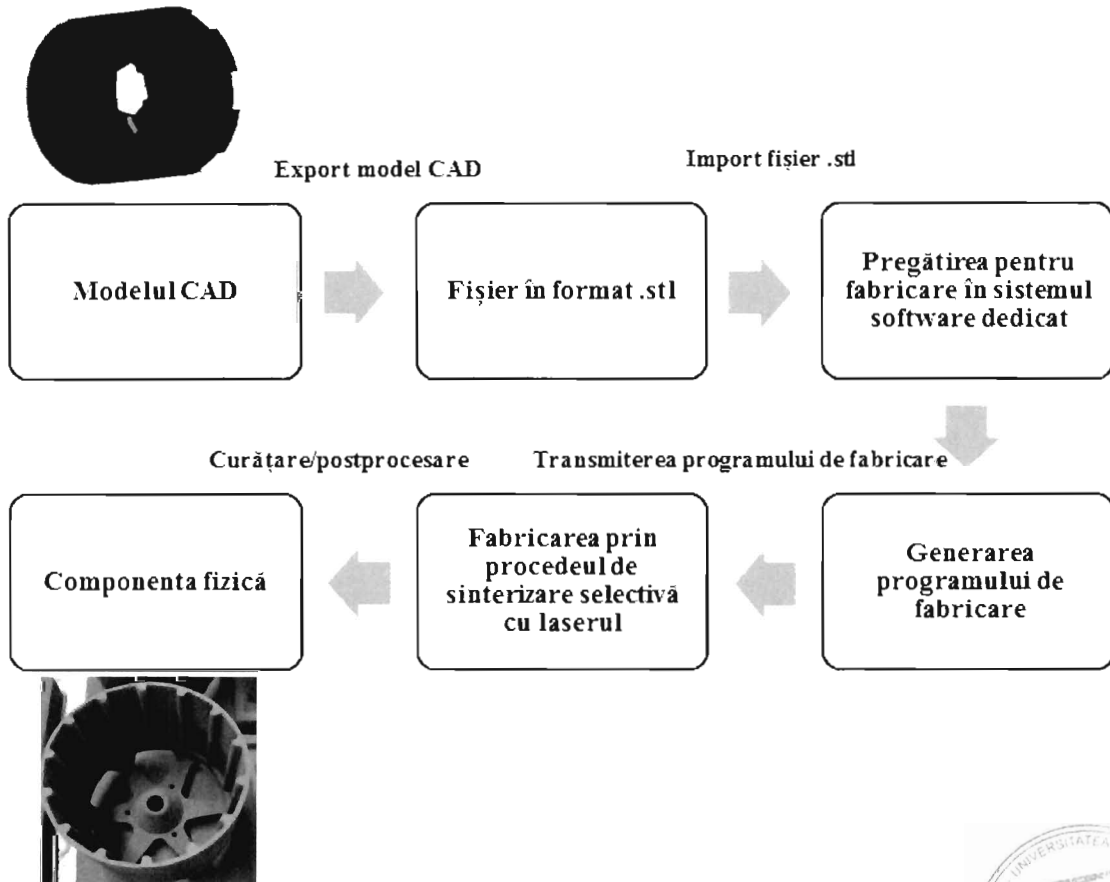


Fig. 13



[Handwritten signature]

15
[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

33

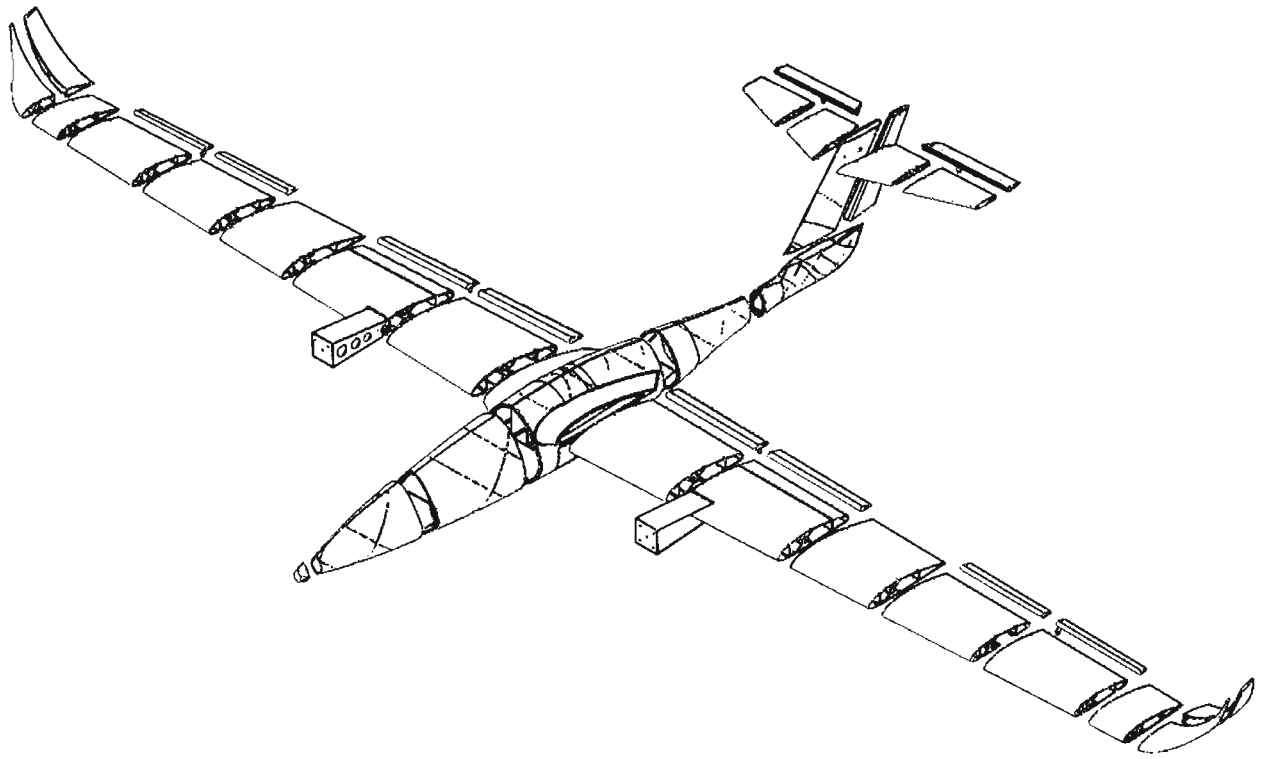


Fig. 14

[Handwritten signature]

[Handwritten signature] 16

[Handwritten signature]



[Handwritten signature]