



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2023 00227**

(22) Data de depozit: **09/05/2023**

(41) Data publicării cererii:
30/10/2023 BOPI nr. **10/2023**

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
- DEZVOLTARE TURBOMOTOARE -
COMOTI, BD.IULIU MANIU NR.220D,
SECTOR 6, O.P.76, C.P.174, BUCUREȘTI,
B, RO**

(72) Inventatori:
• **CATANĂ RĂZVAN MARIUS,
STR. TINERETULUI NR.33C, BL.2, SC.1,
ET.3, AP.12, SAT DUDU(COMUNA
CHIAJNA), IF, RO;**
• **DEDIU GABRIEL, BD.IULIU MANIU,
NR.15H, BL.3, SC.1, AP.53, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **ȘERBESCU HORAȚIU MIHAI,
STR.TIGRULUI, NR.14, TIMIȘOARA, TM,
RO**

(54) **BANC DE PROBE UNIVERSAL PENTRU TESTAREA
MOTOARELOR CU TURBINĂ DE GAZE**

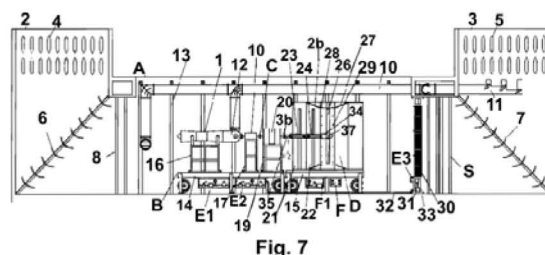
(57) Rezumat:

Invenția se referă la un banc de probe universal pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze, dedicat în principal turbomotoarelor cu putere la ax. Bancul de probe, conform invenției, conține un ansamblu banc mobil (I) și un ansamblu celulă (A), proiectată din punct de vedere aerodinamic și acustic conform cerințelor standardului SAE AIR 5295, este echipat cu un ansamblu dinamometru (D) de tip elice cu pas unghiular, antrenat mecanic cu un turbomotor (1), prin intermediul ansamblului transmisie (C), format dintr-o transmisie (18) intermediară, un reductor (20) de turație și niște transmisii (23 și 24) suplimentare, pentru măsurarea puterii la ax a motorului, operarea dinamometrului (D), se execută pe baza unui sistem de comandă și control (F) în raport cu instrumentare a o serie de parametri ai unei elice (25), precum pasul unghiular, cuplul, turația, în funcție de poziția unghiulară a paletelor elicii (25), dinamometrul transferă motorului o anumită încărcare pe turbina de putere, încărcarea cerută efectuându-se prin modificarea pasului unghiular la gradele corespunzătoare pe baza unei legi de reglare între cuplu, turație și putere, iar pasul unghiular al elicii este comandat printr-un agregat (34) hidraulic, modificarea efectuându-se până când valoarea setată a încărcării este egală cu valoarea reală executată, elicea (25) antrenează o masă de aer care este instrumentat la intrarea și ieșirea din elice, printr-o serie de porturi (29) de instrumentare, montate pe un tronson (28) de intubare elice (25) care permite funcționarea în ambele

sensuri de rotație, ceea ce permite testarea de motoare cu turbină de putere cu sens de rotație orar sau trigonometric, iar fluxul de aer antrenat de elice traversează niște răcitoare (30) ale instalației (E3) de răcire care au rolul de răcire a uleiului instalației (E1) de ungere a motorului și transmisiei intermediare, și a instalației (E2) de ungere a reductorului și a transmisiilor suplimentare.

Revendicări: 7

Figuri: 18



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).



| | |
|--|-------------|
| OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI | |
| Cerere de brevet de invenție | |
| Nr. | a 23 00 227 |
| Data depozit..... | 09-05-2023 |

BANC DE PROBE UNIVERSAL PENTRU TESTAREA MOTOARELOR CU TURBINĂ DE GAZE

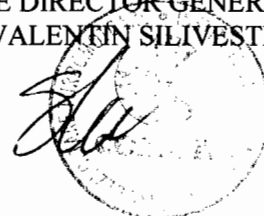
Invenția se referă la un banc de probe pentru încercarea motoarelor cu turbină de gaze, dedicat în principal turbomotoarelor cu putere la ax, de tip turbomotor de elicopter și turbopropulsor, de puteri de maxim 3000 kW, cât și a elicilor de aviație de tip propulsiv și secundar motoarelor de tip turboreactor, în care se verifică funcționarea și se determină regimuri de lucru și performanțe pentru motoare aflate deja în serviciu, motoare demonstrator experimentale sau pentru turbomotoare industriale.

Testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax se efectuează prin operarea unui sistem de măsurare a puterii motorului, reprezentat în acest caz de un ansamblu dinamometru elice cu pas variabil, care printr-un sistem de comandă și control ajustează pasul elicii astfel încât să se obțină sarcina sau încărcarea, exprimată prin cuplu și turație, adecvată regimului motorului care se urmărește a fi obținut. Dinamometrul de tip elice este o frană aerodinamică care antrenează mase mari de aer dar care deține o simplitate tehnică de execuție, de operare și de întreținere.

Se cunoaște că în prezent pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax sunt utilizate sisteme de măsurare a puterii motorului, numite dinamometre, care pot fi de tip hidraulic (apă), electric (motor electric AC/DC), pneumatic sau aerodinamic (ventilatoare, compresoare) și mecanic (volante). Fiecare tip și model de dinamometru este definit de anumiți parametri caracteristici de lucru și de operare, de clasa de putere și de limitele de lucru ale parametrilor și performanțelor dinamometrului. În funcție de clasa de putere și turație a motorului, de condițiile tehnice disponibile și în funcție de aplicația de testare, se optează pentru tipul de dinamometru cel mai adecvat aplicației.

În general, pentru clase mici de puteri, bancurile de probe pentru testarea turbomotoarelor de elicopter, optează pentru dinamometre electrice iar pentru clase medii și mari de puteri bancurile de probe sunt dotate cu dinamometre hidraulice (apă).

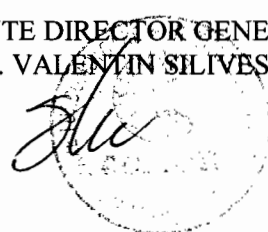
În cazul turbopropulsoarelor fie se utilizează bancuri de probe dedicate unui anumit model sau varianta de motor, în care motorul este încercat ca în varianta de zbor, adică montat în nacela avionabilă și echipat cu elicea sa avionabilă, ca în cazul testării prototipului turbopropulsor Tech TP de la producătorul de motoare Safran Helicopter Engines (FR), sau fie se utilizează standuri mobile specifice anumitor tipuri și modele de motor pentru testarea lor în aer liber, ca în cazul renumitelor companii Aerotest Limited (UK), MDS Aero (CAN) sau ATEC (US), care construiesc și oferă facilități de testare pentru turbomotoare de elicopter și turbopropulsoare.



Este cunoscută o soluție constructivă, în vederea testării motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax, conform brevetului **US 7000460 B1**, care prezintă o configurație de banc de probe pentru instalarea și montajul de diferite turbomotoare, într-o anumită gamă și arie de performanță, cu posibile soluții de instalare și montaj de diferite tipuri de dinamometre (hidraulice, electrice sau mecanice) cu excepția dinamometrului de tip elice cu pas variabil. Această soluție constructivă nu prezintă infrastructura tehnică a instalațiilor auxiliare, pretinde că se poate utiliza diverse tipuri de dinamometre dar nu prezintă capacitățile tehnice de instalare pentru echiparea diferitelor tipuri de dinamometre utilizate. Astfel, bancul de probe nu dispune de instalații auxiliare pentru fiecare tip de dinamometru posibil de instalat, și nu dispune de seria de facilități pentru instalarea diverselor tipuri de dinamometre menționate.

Dezavantajul soluției din brevetul **US 7000460 B1**, constă în faptul că nu se poate utiliza diverse tipuri de dinamometre fără a dispune de facilități auxiliare de instalare dedicate tipului și modelului în cauză, deci instalarea de diferite tipuri de dinamometre nu este validă. De asemenea, fiecare tip și model de dinamometru are o caracteristică de lucru, stabilită de către producător prin proiectare, astfel putem menționa că dinamometrul este limitat în configurare neavând posibilitatea de extindere în cazul unei configurări ulterioare, într-o gama variată de cupluri și turații, numai dacă se înlocuiește dinamometrul sau se conectează la arborele dinamometrului un agregat mecanic (reductor sau multiplicator) care să execute cerințele de valori de lucru pentru turație sau cuplu.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în faptul că, datorită configurației constructive, este un banc de probe care servește atât la testarea turbomotoarelor de elicopter cat și a turbopropulsoarelor, dar și la testarea elicilor de aviație, fără a fi necesar modificări în configurația bancului, utilizând ca dinamometru un ansamblu elice cu pas variabil. Astfel, bancul de probe este echipat cu un dinamometru de tip aerodinamic, care nu necesită construcții suplimentare și instalații auxiliare complexe care să servească la funcționarea dinamometrului. Conform configurației constructive se poate monta sau instala diferite modele de turbomotoare de elicopter și turbopropulsoare de diverse dimensiuni iar în funcție de domeniul de lucru al motorului și de performanțe se permite configurarea dinamometrului elice, în funcție de aplicația tehnică de testare. Ansamblul elice, pentru extinderea domeniului de cuplu și turație, permite montajul de diverse pale cu diferite geometrii și lungimi, până în limita de cuplu și turație stabilite prin dimensionarea tehnico-funcțională a dinamometrului elice. Bancul de probe servește și la testarea motoarelor de tip turboreactor, fără modificări în configurația constructivă a bancului, dar cu înlocuirea unor ansamble componente.

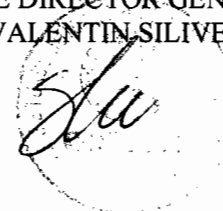


Bancul de probe pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax conform invenției înlătură dezavantajul de mai sus prin aceea că permite testarea de turbomotoare și turbopropulsoare, într-o gamă variată de configurații tehnico-constructive și de performanțe, utilizând ca dinamometru un ansamblu elice, care dispune de un subsistem de reglare a pasului elicii, și care permite configurare specifică pentru fiecare tip și model de motor testat. În acest sens discul elicii permite montajul până la 6 pale cu posibilitatea de înlocuire a palelor în funcție de cerința de putere și de cuplu. Ansamblul elice dispune și de un tronson de intubare a elicii pentru a crește randamentul elicii și pentru a compensa pierderile mecanice efectuate prin tronsoanele de transmisie, de la axul de putere al motorului până la discul elicii. Operarea dinamometrului se execută pe baza unui sistem de comandă și control în raport cu instrumentarea parametrilor elicii precum pasul unghiular, cuplul și turația.

Analizând diferite turbopropulsoare, în gama de putere 1000 ÷ 3000 kW, de la producători de motoare diferiți, precum General Electric (US), Pratt and Whitney (US, CAN), Klimov (RUS), Motor Sich și Ivchenko-Progress (UKR), s-a constatat că turația de lucru la arborele de putere este între 1000 ÷ 1200 rpm iar diametrul elicii variază între 3 ÷ 4 m. Având în vedere că turațiile turbinelor de putere, în special la turbomotoarele de elicopter sunt în domeniul 6000 ÷ 45000 rpm, iar turațiile de lucru ale elicilor sunt de regulă între 1100 ±100 rpm, rezultă global că reductorul va efectua grade de reducere de minim 1:6 și de maxim 1:45. Astfel, ansamblul mecanic de transmisie și modulul elice al bancului de probe universal pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax, va fi proiectat pentru o putere maximă de lucru de 3000 kW, turație nominală medie de 1100 rpm, un diametru maxim al elicii de 4 m și pentru un cuplu maxim de lucru la arborele elicii de 50000 Nm.

Invenția este prezentată detaliat în continuare prin patru variante de realizare, în legătură și cu figurile 1...18, care reprezintă:

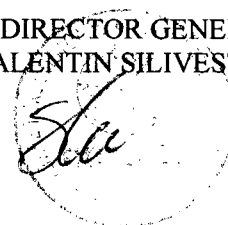
- Fig.1, vedere de ansamblu a celulei;
- Fig.2, vedere de sus a celulei;
- Fig.3, vedere 3D a celulei;
- Fig.4, vedere de ansamblu a bancului mobil;
- Fig.5, vedere de sus a bancului mobil;
- Fig.6, vedere 3D a bancului mobil;
- Fig.7, vedere de ansamblu a bancului de probe pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax de tip turbomotor de elicopter;
- Fig.8, vedere de sus a bancului de probe pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax de tip turbomotor de elicopter;



- Fig.9, vedere 3D a bancului de probe pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax de tip turbomotor de elicopter;
- Fig.10, vedere de ansamblu a bancului de probe pentru testarea a două motoare cu turbină de gaze cu putere la ax de tip turbomotor de elicopter;
- Fig.11, vedere de sus a bancului de probe pentru testarea a două motoare cu turbină de gaze cu putere la ax de tip turbomotor de elicopter;
- Fig.12, vedere 3D a bancului de probe pentru testarea a două motoare cu turbină de gaze cu putere la ax de tip turbomotor de elicopter;
- Fig.13, vedere de ansamblu a bancului de probe pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax de tip turbopropulsor;
- Fig.14, vedere de sus a bancului de probe pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax de tip turbopropulsor;
- Fig.15, vedere 3D a bancului de probe pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax de tip turbopropulsor;
- Fig.16, vedere de ansamblu a bancului pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze fără putere la ax de tip turboreactor;
- Fig.17, vedere de sus a bancului pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze fără putere la ax de tip turboreactor;
- Fig.18, vedere 3D a bancului pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze fără putere la ax de tip turboreactor.

Se dă, în continuare, o primă variantă de realizare a invenției în legătură cu fig.1...9, care reprezintă o vedere de ansamblu a bancului de probe pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax, de tip turbomotor de elicopter, format dintr-un ansamblu celula **A** și un ansamblu banc mobil **I**. Ansamblul banc mobil **I** conține un ansamblu batiu de montaj **B**, un turbomotor **1**, un ansamblu transmisie **C** care conectează cu turbomotorul **1** de un ansamblu dinamometru elice **D**, un ansamblu instalații de ulei **E** și un sistem de comandă și control **F** prin care ajustează pasul elicii astfel încât să se obțină cuplul și turația necesară regimurilor de testare cerute.

Ansamblul celula **A** proiectată d.p.d.v al aerodinamicii și acusticii conform cerințelor standardului SAE AIR 5295, asigură debitul de aer antrenat de elice și de lucru al motorului cât și evacuarea gazelor motorului. Ansamblul celulă **A** conține un turn de admisie **2** și de evacuare **3**, cu montanții de amortizare zgomot **4** și **5**, montanții de dirijare a aerului **6** și **7**, montanții de amortizare și axializare **8** și **9**, și tronsonul de evacuare al gazelor de aer ale motorului **10** cu tronsonul **11** de dirijare a gazelor în turnul

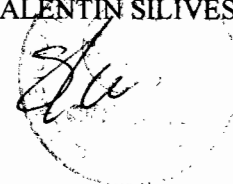


de evacuare **3** al celulei. Traseul de evacuare al gazelor este proiectat pentru debite de maxim $25 \div 30$ kg/s. Tronsonul de evacuare **10** are construcție modulară formată din segmente de tronson ce permite flexibilitate de montaj în funcție de poziția (pe stanga sau pe dreapta) de evacuare a ajutorului de evacuare **12** al motorului. În acest sens pentru a satisface condiția de poziție a ajutorului de evacuare al motorului, tronsonul de evacuare **10** este montat pe ambele laterale ale celulei. Ansamblul celulă **A** conține și o structură metalică de rezistență **13**, pe care se montează tronsoanele de evacuare **10**, care servește și ca suport tehnic în vederea instalării unei macarale de tip pod rulant de 3 tone. Celula este proiectată pentru antrenarea, de către elice, a unui debit de aer de $300 \div 500$ kg/s, la viteze ale aerului de 10 ± 5 m/s, rezultând o secțiune a celulei de lățime de 6 m și înălțime de 7m. Turnurile de admisie **2** și evacuare **3** au dimensiuni de 6 x 6 m.

Ansamblul batiu de montaj **B** conține batiul mobil de montaj **14** al motorului și batiul mobil de montaj **15** al dinamometrului. Turbomotorul **1** este instalat pe batiul mobil de montaj **14**, echipat cu roți de transport, pe care sunt fixate suportul de montaj **16** al turbomotorului **1**, suportul de montaj **17** al transmisiei intermediare **18**, și suportul de montaj **19** al reductorului **20**. Pe batiul mobil de montaj **15**, echipat cu roți de transport, sunt fixate tronsoanele circulare de rezistență **21** și **22**, ale ansamblului dinamometru elice **D**, care servesc ca și suportii de montaj ai transmisiilor suplimentare **23** și **24**.

Pe batiul de montaj **14** mai sunt montate, instalația de ulei **E1** a turbomotorului **1** și transmisiei intermediare **18**, și instalația de ulei **E2** a reductorului **20** și transmisiilor suplimentare **23** și **24**, iar pe batiul mobil de montaj **15** este montată instalația hidraulică **F1** pentru reglarea pasului unghiular al elicii.

Ansamblul transmisie **C** este format dintr-o transmisie intermediară **18**, un reductor **20** de tip planetar și din niște transmisiile suplimentare **23** și **24**, interconectate prin cuplaje cu fletori. Transmisia intermediară **18**, cu raport de transmisie 1:1, are rolul de a conecta arborele turbinei de putere cu arborele de intrare al reductorului **20** și de a modifica sensul de rotație la axul de intrare în reductor, în cazul turbomotoarelor cu turbină de putere cu sens opus de rotație. Reductorul **20**, are configurație constructivă modulară, formată din trei module reductor, cuplate între ele, cu rapoarte de transmisie diferite 1:6, 1:3, 1:2.5, pentru a permite extinderea sau ajustarea domeniului de turație și de cupluri. În funcție de tipul motorului, dacă este turbomotor cu turbină liberă, cu turații între $6000 \div 45000$ rpm reductorul transferă putere prin rapoartele de transmisiei pentru a menține turația de lucru a elicii 1100 ± 100 rpm. Astfel, în funcție de valoarea turației turbinei de putere a turbomotorului și de turația de lucru a elicii, reductorul planetar poate conține un modul, două, sau trei module reductor. De asemenea, reductorul planetar **20** este adaptabil din punct de vedere al raportului de transmisie, în sensul că



permite înlocuirea oricarui modul reductor cu raport de transmisie diferit pentru a ajusta raportul total de transmisie. Transmisiiile suplimentare **23** și **24**, cu raportul de transmisie de 1:1, au rolul de a transfera puterea de la reductor la arborele elicii **25**. Prin configurația sa constructivă elicea **25** este montată la o distanță de aproximativ 2 m de reductorul **20**, fapt ce îi permite o curgere aproximativ laminară a aerului în amonte de elice.

Ansamblul dinamometru **D** este format dintr-o elice cu pas variabil **25** cu tronsoanele circulare de rezistență **21** și **22**, tronsoanele conice **26** și **27**, și tronsonul de intubare **28** a elicii **25**. Tronsoanele conice **26** și **27** ajustează trecerea la diametrul tronsonului de intubare **28** pentru a asigura o curgere continuă către elice. Toate tronsoanele sunt asamblate prin două tronsoane sector de cerc, fapt ce îi permite montaj și demontaj accesibil. Tronsonul de intubare **28** al elicii **25** este demontabil și specific pentru fiecare elice utilizată, și este echipat cu porturile de instrumentare **29** pentru instrumentarea fluidului de lucru, cu presiuni statice (P_s) și totale (P_t) și temperaturi totale (T_t), la intrarea și ieșirea din elice, pentru a permite calculul parametrilor precum vitezele ($V_{i,e}$) în secțiuni și debitul de aer (M_a) antrenat de elice. Parametrii viteză și debit de aer sunt utilizați în calculul performanțelor elicii **25**, precum tracțiune (T_E), putere (P_E) și randament (η_E). Relațiile de dependență între parametri și performanțe sunt validate prin formulele matematice.

$$P_s, P_t, T_t \Rightarrow V \Rightarrow M_a = f(V) \Rightarrow M_a = \rho_{aer} \cdot A_E \cdot V_E$$

$$T_E = f(M_a, V) \Rightarrow T_E = M_a \cdot (V_e - V_i)$$

$$P_E = f(T_E, V) \Rightarrow P_E = T_E \cdot M_a \cdot (V_e - V_i) \Leftrightarrow P_E = \frac{M_a}{2} \cdot (V_e^2 - V_i^2)$$

$$\eta_E = \frac{P_E}{P_{ax}} \Rightarrow \eta_E = f(V)$$

Ansamblu instalații de ulei **E**, conține instalația de ulei **E1** a turbomotorului **1** și a transmisiei intermediare **18**, și instalația de ulei **E2** a reductorului **20** și a transmisiiilor suplimentare **23** și **24**, și instalația de răcire **E3** a uleiului de lucru pentru componentele ansamblului de transmisie **C**. Răcirea uleiului se efectuează cu aerul antrenat de elice. În acest sens instalația de răcire a uleiului **E3** conține radiatoarele profilate **30**, pompa de transfer **31** și traseul de ulei **32**. Radiatoarele profilate **30** sunt proiectate la lățimea montanților de evacuare **9**, și montate pe un suport mobil **33**, în fața montanților de evacuare **9**, astfel încât să nu afecteze curgerea aerului în planul montanților.

Sistemul de comandă și control **F** este format dintr-o instalație hidraulică **F1** cu agregatul hidraulic **34** de comandă al pasului și instalația de instrumentare **F2** care măsoară parametrii funcționali ai elicii,



precum pasul unghiular (β), turația (N_{ax}), cuplu (C_{ax}) și parametrii aerului antrenat de elicea **25**, precum presiuni (P), temperaturi (T) și viteze (V). Parametrii mășurați sunt achiziționați, prin intermediul unui modul de achiziție de date, și utilizați în controlul și operarea dinamometrului. Instalația de instrumentare **F2**, conține traductorul de cuplu **35**, traductorul de turație **36**, senzorul unghiular **37** cât și sondele de presiuni statice, totale și temperaturi totale **29** de pe tronsonul de intubare **28** al elicii **25**. Pentru ca valorile performanțele elicii să fie cât mai precise a implicat o instrumentare într-un număr de puncte de măsurare cât mai mare, iar în acest caz s-a impus un număr de 16 de puncte, un punct la fiecare 22.5° al tronsonului circular de instrumentare. Relația de dependență între puterea P , turația N , și cuplu C , este dată de formula matematică:

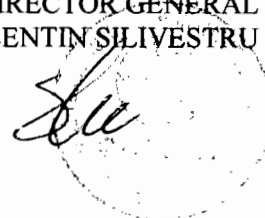
$$P_{ax} = C_{ax} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot N_{ax}}{60} \Leftrightarrow P_{ax} = f(C_{ax}, N_{ax}) \text{ unde } C_{EL} = f(\beta_{EL})$$

Relația dintre turația turbinei de putere (N_{TP}) a motorului și turația elicii (N_{EL}) este dată de raportul de transmisie al ansamblului de transmisie C ($Z_{C.TR}$), prin formula matematică:

$$N_{EL} = N_{TP} \cdot Z_{C.tr} \Leftrightarrow N_{EL} = f(Z_{C.tr}, N_{TP})$$

Bancul de probe pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax, de tip turbomotor de elicopter este varianta de bază a bancului de probe universal iar adaptarea tehnică a bancului pentru testarea turbomotoarelor de elicopter bimotor și a turbopropuloarelor constă doar în modificări minore ale ansamblului banc mobil **I**, fără nici o modificare a ansamblului celula **A**. Doar, în cazul testării motoarelor de tip turboreactor ansamblul banc mobil **I** este înlocuit cu ansamble mobile specifice turboreactoarelor dar fără nici o modificare a ansamblului celula **A**.

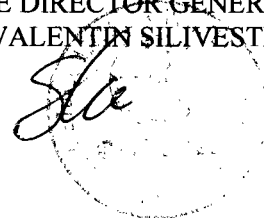
Se dă, în continuare, o a doua variantă de realizare a invenției în legătură cu fig. 10...12, care reprezintă o vedere de ansamblu a bancului de probe universal, pentru testarea, în același timp, a două motoare de tip turbomotor de elicopter, așa cum este în configurația bimotor de pe elicopter. În acest caz adaptarea bancului de testare constă în înlocuirea turbomotorului **1** cu turbomotoarele **38** și **39**, înlocuirea transmisiei intermediare **18** cu transmisia **40**, care preia puterile și turațiile de la cele două turbine de putere ale motorelor și le transferă printr-un singur arbore reductorului **20**, și înlocuirea suportului de montaj **16** cu suportul de montaj **41**, care permite montajul celor două turbomotoare. Evacuarea gazelor de ardere ale turbomotoarelor **38** și **39** se realizează prin conectarea ajutorajelor de evacuare **42** și **43**, la tronsonul **10** stanga respectiv dreapta, și apoi sunt evacuate în tronsonul **11** stanga respectiv dreapta de dirijare în turnul de evacuare **3** al celulei **A**.



Se dă, în continuare, o a treia variantă de realizare a invenției în legătură cu fig.13...15, care reprezintă o vedere de ansamblu a bancului de probe universal pentru testarea motoarelor de tip turbopropulsor. În acest caz adaptarea bancului de testare constă în înlocuirea turbomotorului 1 cu turbopropulsorul 44, demontarea reductorului 20 de pe batiul mobil 14 și instalarea unui tronson de evacuare 45 care se cuplează cu tronsonul de evacuare 10 al celulei A, pentru a asigura evacuarea gazelor în turnul de evacuare 3 al celulei A. Tronsonul de evacuare 45 este fixat pe suportul de montaj 46 care este montat pe batiu mobil 14. Prin eliminarea reductorului 20 din ansamblul de transmisie C, transmisiile suplimentare 22 și 23 se cuplează direct la transmisia intermediară 18. În acest sens, în cazul testării motorului de tip turbopropulsor, excluderea reductorului 20 este validă deoarece turbopropulsorul prin configurația sa constructivă conține un reductor și utilizează pentru forța de tracțiune o elice de aviație, astfel turația la arborele de putere este direct adecvată pentru utilizarea unei elice.

Se dă, în continuare, o a patra variantă de realizare a invenției în legătură cu fig.16...18 care reprezintă o vedere de ansamblu a bancului de probe universal pentru testarea motoarelor de tip turboreactor, de forțe de 4000 kgf și debite de aer de maxim 75 kg/s. În acest caz, adaptarea bancului de testare constă în scoaterea din celula A al ansamblului banc mobil I și introducerea ansamblului batiu mobil G, pentru instalarea turboreactorului 47, și al ansamblului batiu mobil H pentru evacuarea și răcirea gazelor. Ansamblul batiu mobil G, conține batiul 48, suportul de montaj 49 și standul de măsurare a forței de tracțiune 50 a turboreactorului 47. Pe batiul 48 sunt montate instalația de ulei E1 și sistemul de comandă și control F adaptat pentru motoare de tip turboreactor. Ansamblul batiu mobil H, proiectat pentru evacuarea gazelor motorului conține tronsonul de evacuare 51, fixat pe suportul 52 care este montat pe batiul 53. În cazul variantei standului de turboreactoare, pentru a nu se forma întoarceri ale fluxului de gaze și de a separa evacuarea de restul celulei se instalează în celula A, ușa cu decupaj 54 stanga respectiv dreapta, la dimensiunea exterioară a tronsonului de evacuare din secțiunea de ieșire. Astfel, din punct de vedere constructiv celula de testare nu este modificată, și doar i se adaugă provizoriu componente care să îndeplinească cerințele de evacuare a gazelor pentru motorul de tip turboreactor. Ușa cu decupaj 54, nu necesită demontarea în cazul revenirii la varianta standului pentru testarea turbomotor de elicopter și turbopropulsoarelor, deoarece se rabatează pe pereții laterali ai celulei A, și în acest mod nu afectează aerodinamica celulei.

În concluzie, bancul de probe pentru încercarea motoarelor cu turbină de gaze, prin intermediul de minime dotări și atașări de alte ansamble servește atât la testarea motoarelor cu putere la ax de tip turbomotor de elicopter și turbopropulsor, cât și a motoarelor de tip turboreactor.



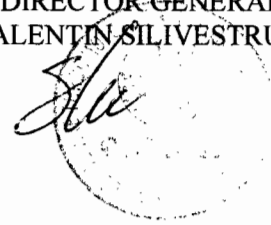
Bancul de probe pentru încercarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax permite testarea motoarelor de tip turbomotor de elicopter și turbopropulsor, cu axul de putere prin admisia motorului sau cu axul de putere prin evacuarea motorului, cu sens orar de rotație al turbinei de putere sau cu sens de rotație trigonometric.

Testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax utilizand un dinamometru de tip elice cu pas variabil reprezintă o alternativă mult mai accesibilă d.p.d.v al costului redus de execuție, achiziție și mentenanță și în principal al configurării particulare a domeniului de lucru a dinamometrului, în funcție de aplicație de testare, prin extinderea limitelor de performanțe sau a gamei de puteri, cupluri și turații prin înlocuirea palelor elicii și configurarea reductorului prin instalarea de diferite module de transmisie.

Deasemenea, conform configurației constructive și de operare, bancul de probe se poate utiliza și pentru testarea elicilor de aviație, deoarece sursa de energie pentru antrenarea elicii este practic turbomotorul cu putere la ax, iar ansamblul dinamometru elice D este practic elicea de testat.

Testarea elicii este posibil datorită instrumentării complete, care măsoară parametrii funcționali ai elicii, precum turație, cuplu și pasul unghiular, dar și parametrii aerului antrenat de elicea 25, precum presiuni și temperaturi, în secțiunile de intrare și iesire din elice. Parametrii măsurării sunt utilizați în determinarea performanțelor aerodinamice ale elicei pe baza formulelor de calcul prezentate anterior.

Bancul de probe se poate utiliza și fără celula de testare A, deoarece ansamblul banc mobil I un este ansamblu modular, echipat cu instalații auxiliare de ulei, hidraulice și electrice ce permite a fi instalat oriunde sunt condiții de operare și de funcționare.



REVEDICĂRI

1. Banc de probe universal pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax, **caracterizat prin aceea că**, conține un ansamblu banc mobil (I) și un ansamblu celula (A), proiectată d.p.d.v aerodinamic și acustic conform cerințelor standardului SAE AIR 5295, este echipat cu un ansamblu dinamometru (D) de tip elice cu pas unghiular variabil, antrenat mecanic de turbomotorul (1), prin intermediul ansamblului transmisiei (C), format dintr-o transmisie intermediară (18), un reductor de turație (20) și transmisiile suplimentare (23) și (24), pentru măsurarea puterii la ax a motorului. Operarea dinamometrului (D), se execută pe baza unui sistem de comandă și control (F) în raport cu instrumentarea a o serie de parametri ai elicii (25), precum pasul unghiular, cuplul, turația, în funcție de poziția unghiulară a palelor elicii (25), dinamometrul transferă motorului o anumită încărcare pe turbina de putere, încărcarea cerută efectuându-se prin modificarea pasului unghiular la gradele corespunzătoare pe baza unei legi de reglare între cuplu, turație și putere, iar pasul unghiular al elicii este comandat prin agregatul hidraulic (34), de la instalația hidraulică (F1), modificarea efectuându-se până când valoarea setată a încărcării este egală cu valoarea reală executată, elicea (25) antrenează o masă de aer care este instrumentat la intrarea și iesirea din elice, print-o serie de porturi de instrumentare (29), montate pe tronsonul de intubare (28) elice (25) ce permite funcționarea în ambele sensuri de rotație, ceea ce permite testarea de motoare cu turbină de putere cu sens de rotație orar sau trigonometric, iar fluxul de aer antrenat de elice traversează răcitoarele (30) ale instalației de racire (E3), care au rolul de răcire a uleiului instalației de ungere (E1) a motorului și transmisiei intermediare, și a instalației de ungere (E2) a reductorului și a transmisiilor suplimentare, ansamblul elice (D) are o construcție modulară și adaptabilă pentru testarea de diverse modele de turbomotoare cu putere la ax datorită capacității de instalare de variate geometrii de elice, adaptabile pentru gama de turații și cupluri cerute.

2. Banc de probe universal pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax, conform revendicări 1, **caracterizat prin aceea că**, elicea (25) cu pas unghiular variabil, este montată în tronsonul de intubare (28), pentru a crește randamentul elicii, tronson ce este echipat și cu porturi de instrumentare (29), pentru instrumentarea fluidului de lucru la intrarea și iesirea din elice pentru a permite calculul performanțelor elicii, tronsonul de intubare (28) fiind demontabil în două sectoare de tronson și este specific pentru fiecare elice utilizată.

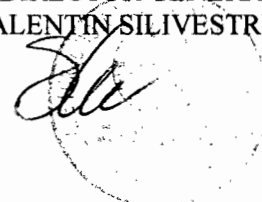
3. Banc de probe universal pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax, conform revendicări 1, **caracterizat prin aceea că**, radiatoarele de ulei (30) ale instalației de răcire (E3), sunt montate în fața montanților de amortizare verticali (9), pe suportul mobil (33), ceea ce înseamnă că răcirea uleiului se efectuează cu fluxul de aer antrenat de elice și nu afectează curgerea prin celulă, și astfel bancul de probe nu necesită instalații suplimentare de răcire.

4. Banc de probe pentru testarea motoarelor cu turbină de gaze cu putere la ax conform, revendicări 1, **caracterizat prin aceea că**, traseul de evacuare (10) pentru gazele de ardere ale motoarelor, este montat pe pereții laterali ai celulei (A) pe structura metalică de rezistență (13), are o configurație modulară de conectare cu motorul și de conectare cu tronsonul (11) de dirijare a gazelor în turnul de evacuare (3) al celulei (A), astfel celula (A) nu necesită să dispună de un turn de evacuare al gazelor dedicat motorului, și folosește turnul de evacuare (3) al celulei (A).

5. Banc de probe universal, pentru testarea de turbomotoare de elicopter bimotor, așa cum este în configurația bimotor de pe elicopter, **caracterizat prin aceea că** adaptarea bancului de testare constă în înlocuirea turbomotorului (1) cu turbomotoarele (38) și (39), înlocuirea transmisiei intermediare (18) cu transmisia (40), care preia puterile și turațiile de la cele două turbine de putere ale motorelor și le transferă printr-un singur arbore reductorului (20), și înlocuirea suportului de montaj (16) cu suportul de montaj (41), care permite montajul celor două turbomotoare, evacuarea gazele de ardere ale turbomotoarelor (38) și (39) realizându-se prin conectarea ajutorajelor de evacuare (42) și (43), la tronsonul (10) stanga respectiv dreapta, și apoi evacuate în tronsonul (11) stanga respectiv dreapta de dirijare în turnul de evacuare (3) al celulei (A).

6. Banc de probe universal pentru testarea motoarelor turbopropulsor, **caracterizat prin aceea că** adaptarea bancului de testare constă, în înlocuirea turbomotorului (1) cu turbopropulsorul (44), demontarea reductorului (20) de pe batiul mobil (14) și instalarea unui tronson de evacuare (45), care se cuplează cu tronsonul de evacuare (10) al celulei (A), pentru a asigura evacuarea gazelor în turnul de evacuare (3) al celulei (A), tronsonul de evacuare (45) fiind fixat pe suportul de montaj (46) care este montat pe batiu mobil (14), iar prin eliminarea reductorului (20) din ansamblul de transmisie (C), transmisiile suplimentare (22) și (23) se cuplează direct la transmisia intermediară (18).

7. Banc de probe universal pentru testarea motoarelor de tip turboreactor, **caracterizat prin aceea că** adaptarea bancului de testare constă în scoaterea din celula (A) al ansamblului banc mobil (I) și introducerea ansamblului batiu mobil (G), pentru instalarea turboreactorului (47), și al ansamblului batiu mobil (H) pentru evacuarea și răcirea gazelor, ansamblul batiu mobil (G), conține batiul (48), suportul de montaj (49) și standul de măsurare a forței de tracțiune (50) a turboreactorului (47), pe



batiul (48) fiind montate instalația de ulei (E1) și sistemul de comandă și control (F) adaptat pentru motoare de tip turboreactor, în timp ce ansamblul batiu mobil (H), proiectat pentru evacuarea gazelor motorului conține tronsonul de evacuare (51), fixat pe suportul (52) care este montat pe batiul (53). Celula (A) este echipata cu ușa cu decupaj (54) stanga respectiv dreapta pentru a separa evacuarea gazelor de restul celulei.

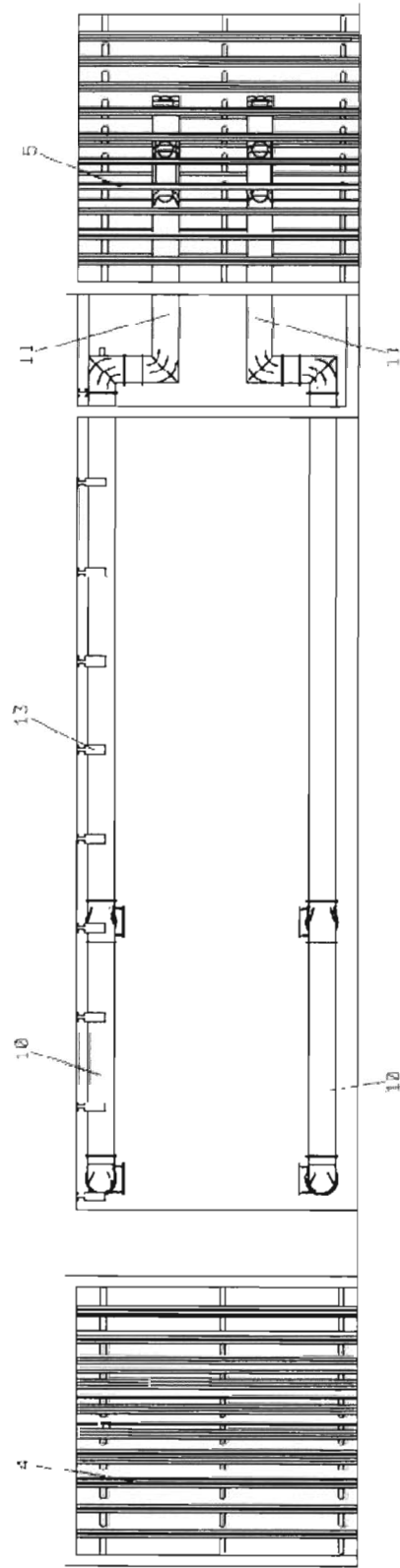


Fig. 2

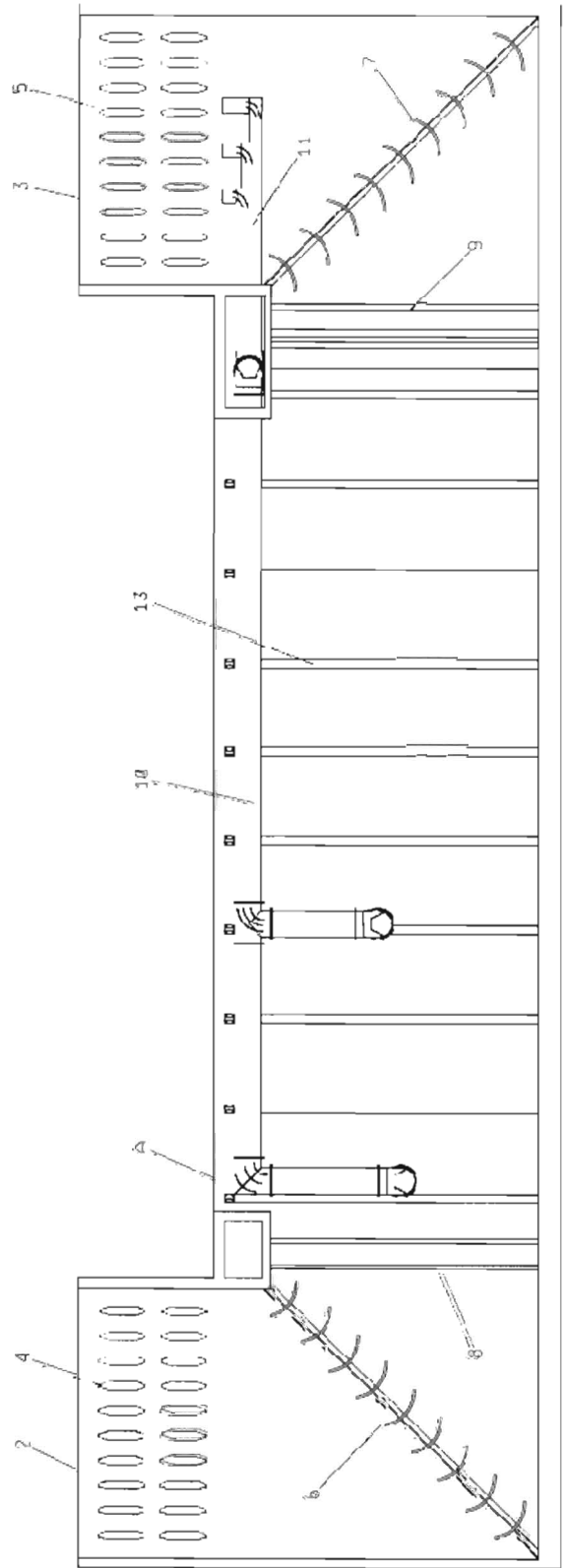


Fig. 1

PREȘEDINTE DIRECTOR GENERAL
DR.ING. VALENTIN SILIVESTRU



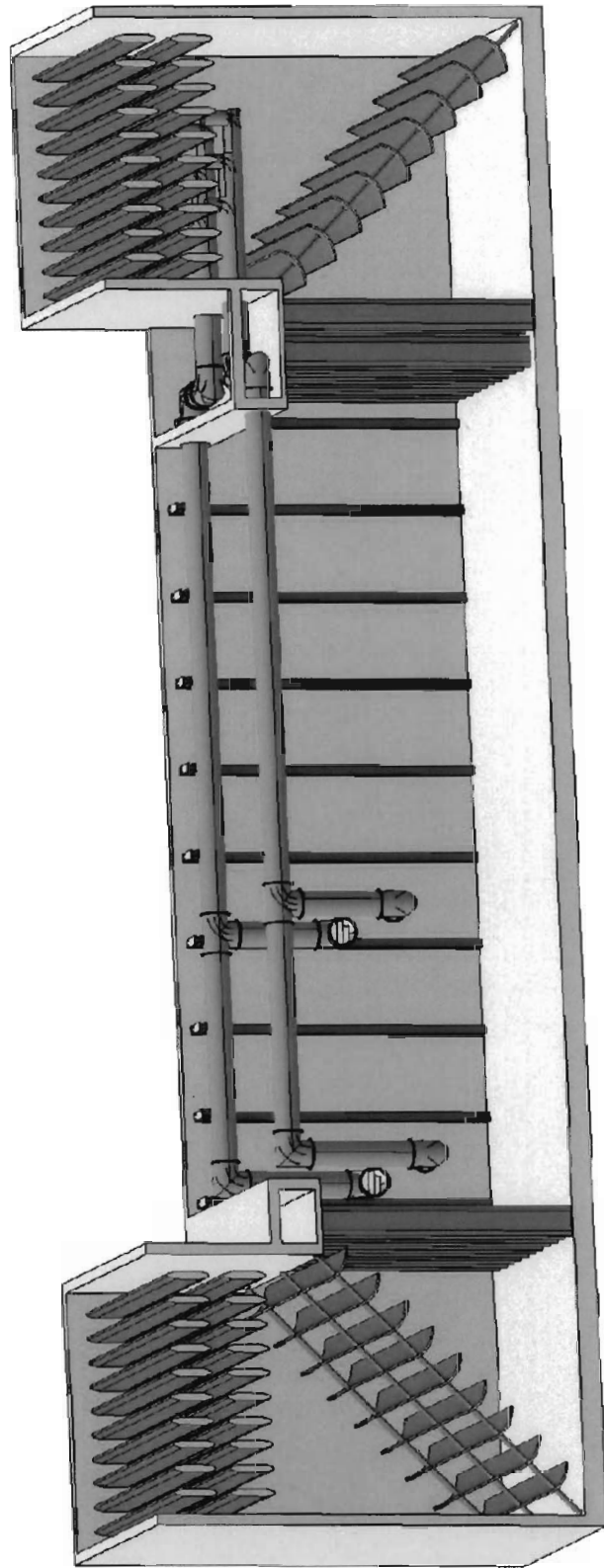


Fig.3



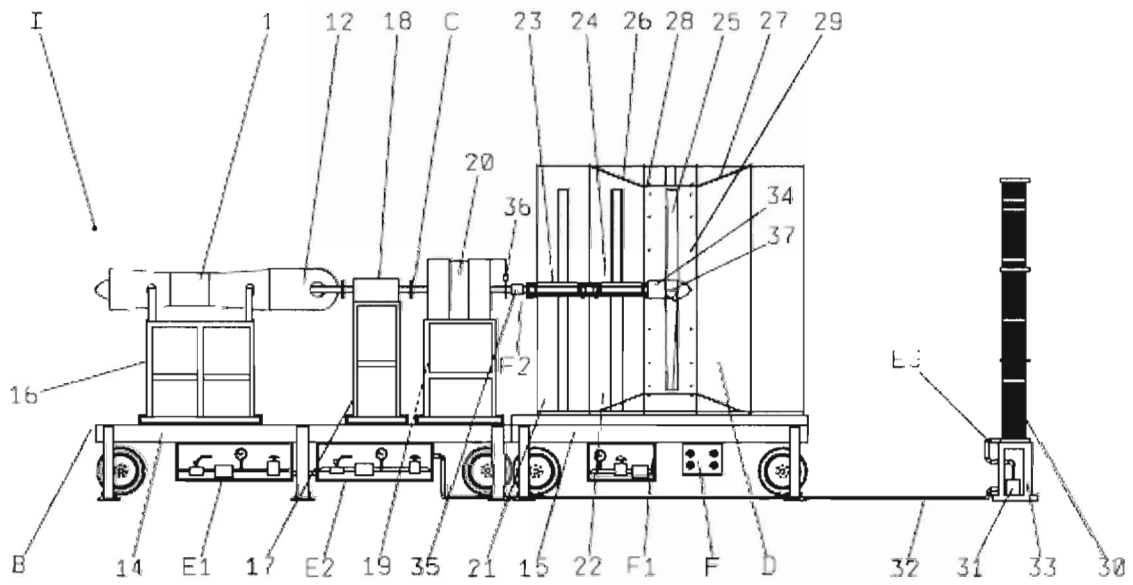


Fig.4

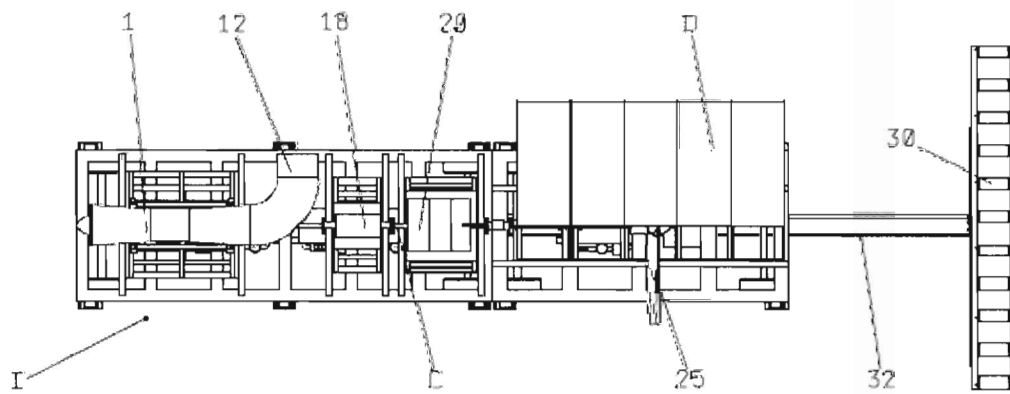
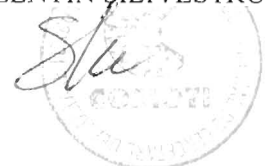


Fig.5



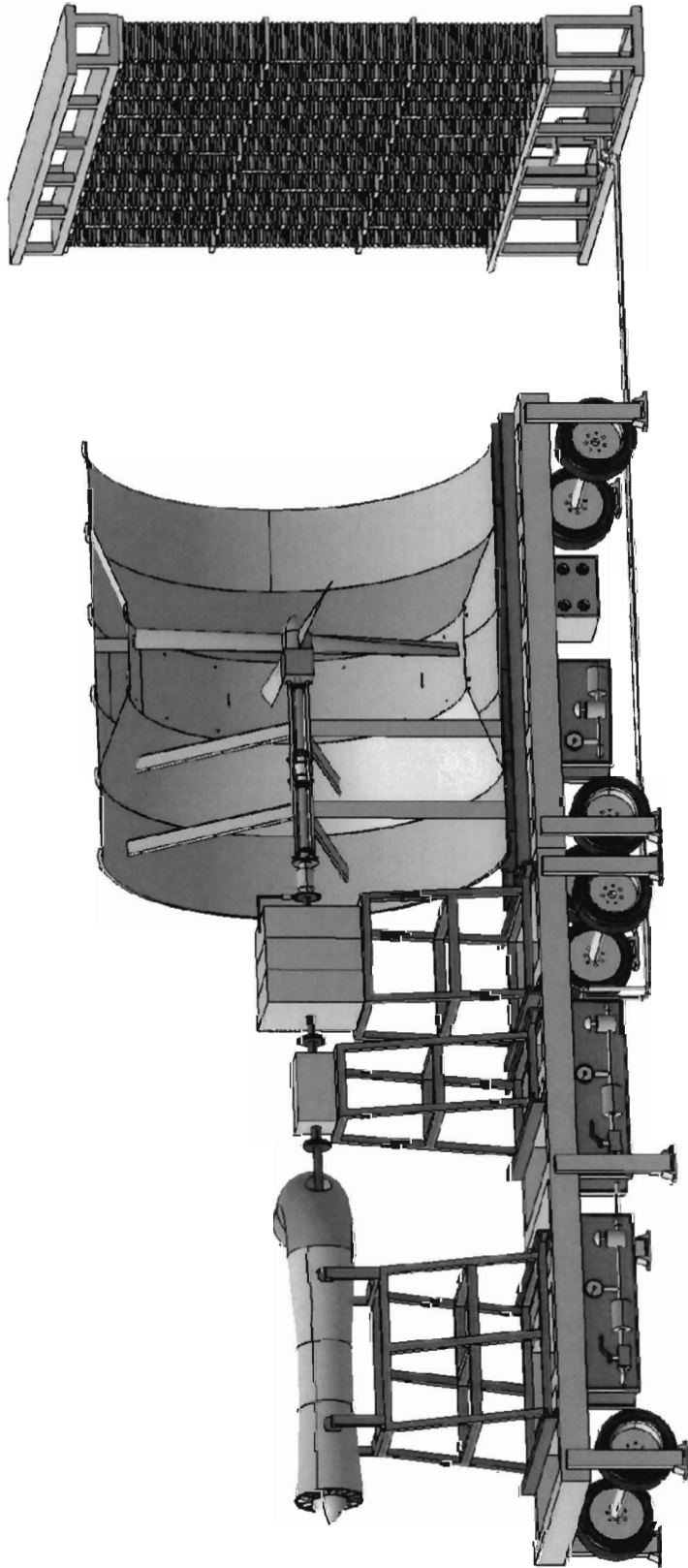


Fig.6



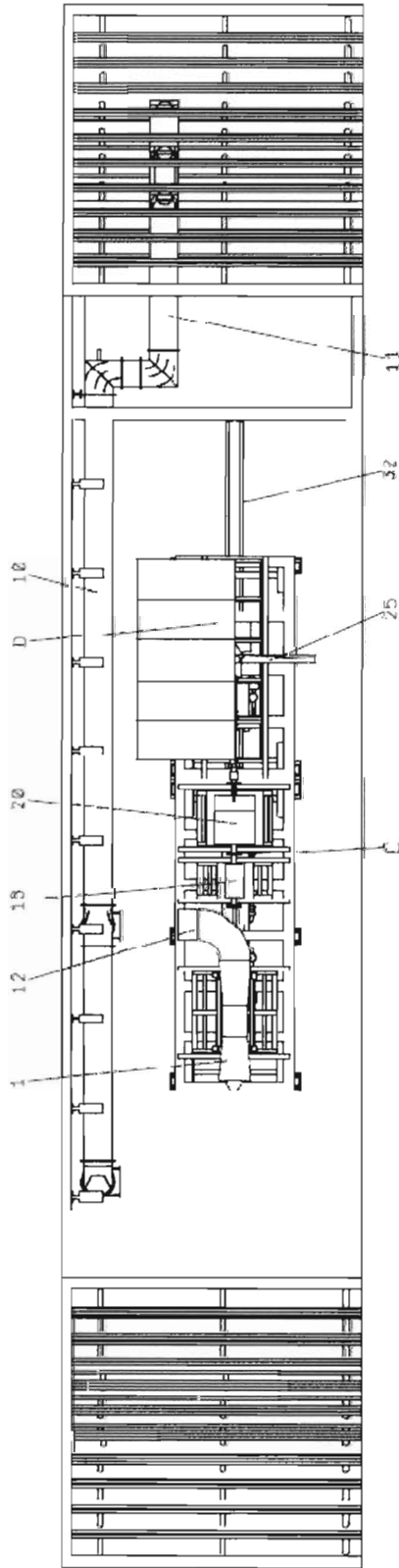


Fig. 8

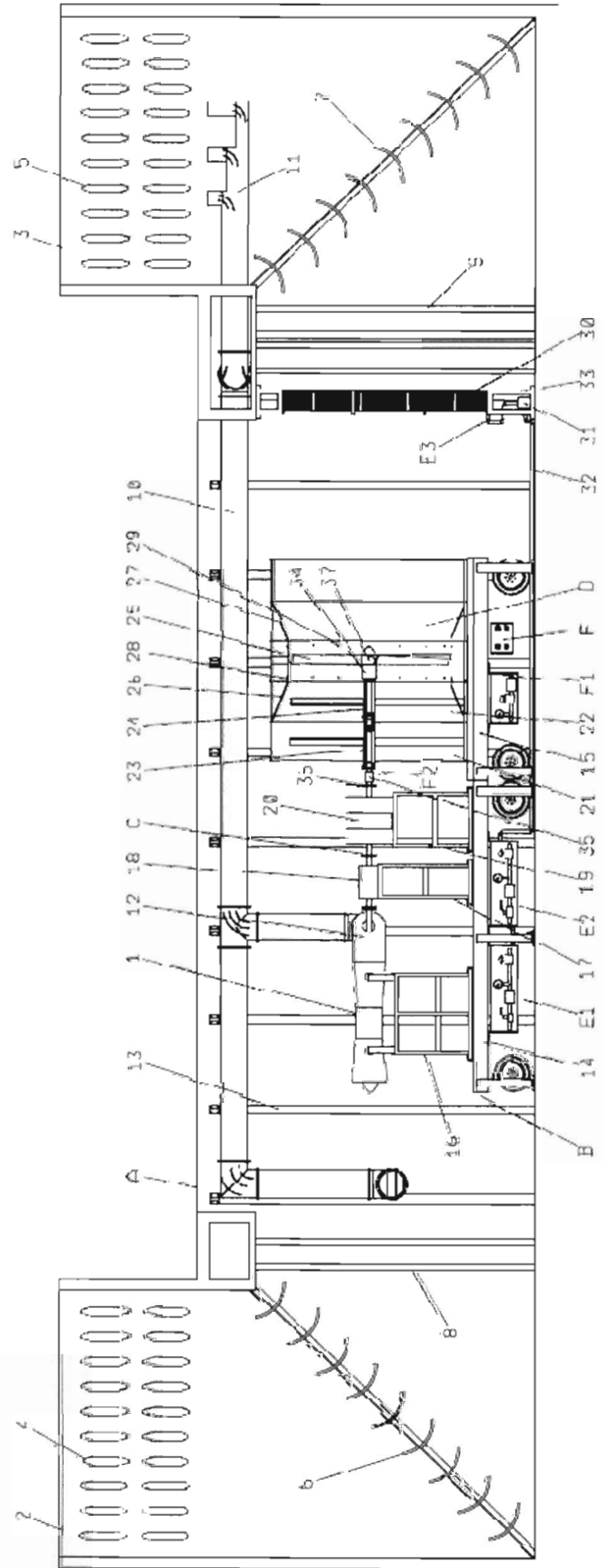


Fig. 7

PREȘEDINTE DIRECTOR GENERAL
DR.ING. VALENTIN SILIVESTRU



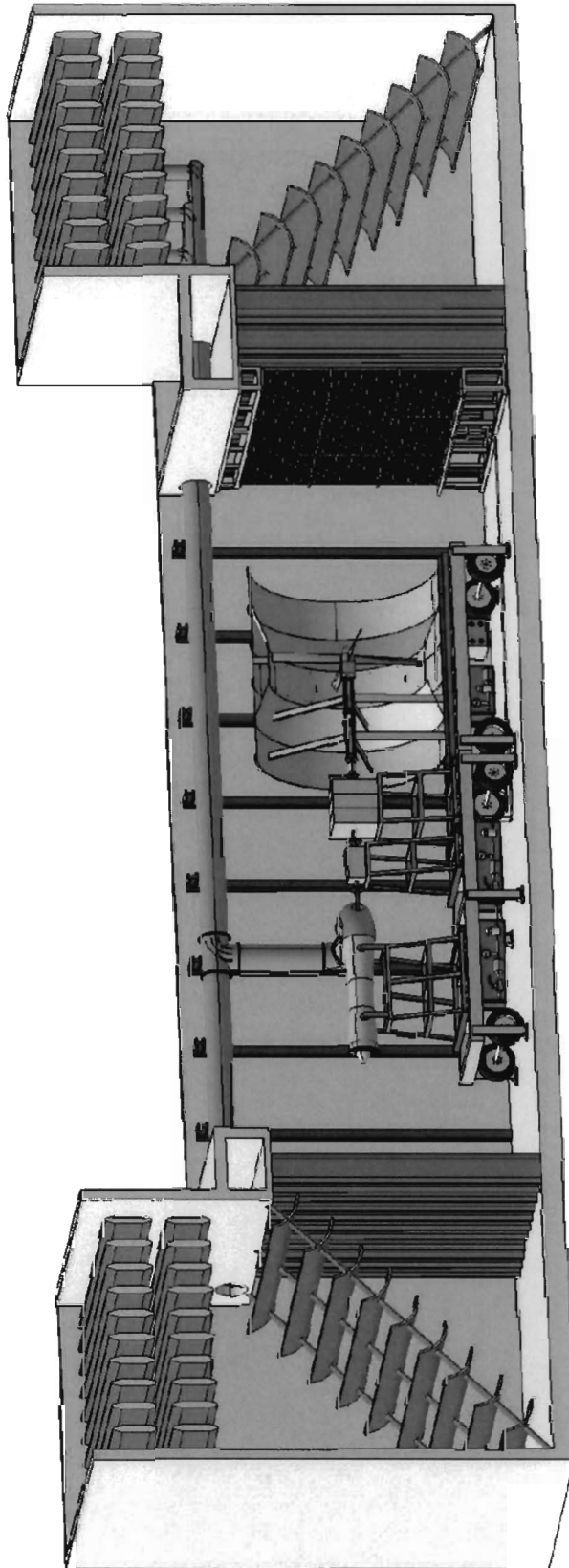


Fig.9



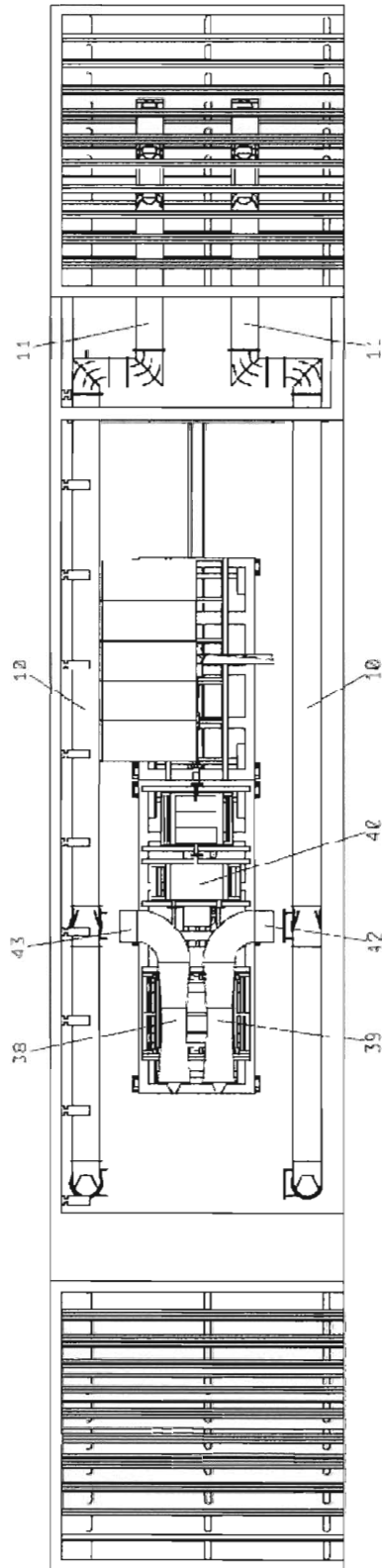


Fig. 11

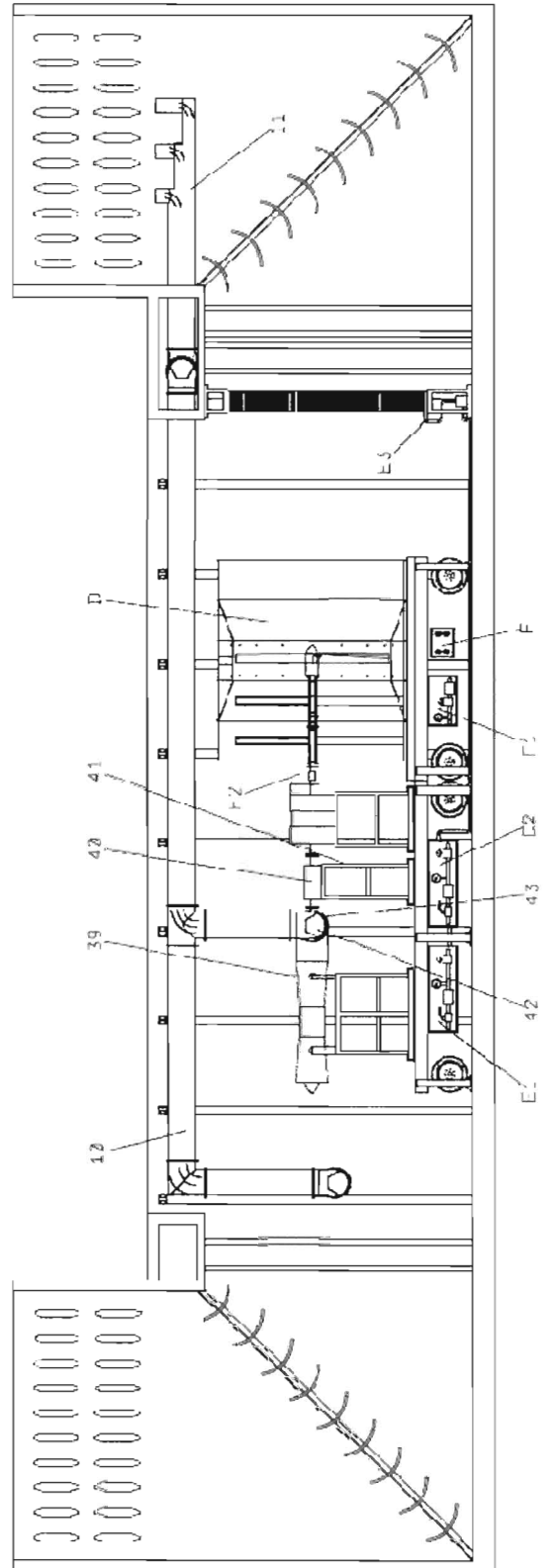
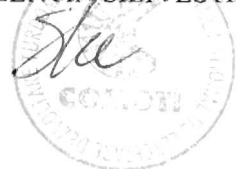


Fig. 10



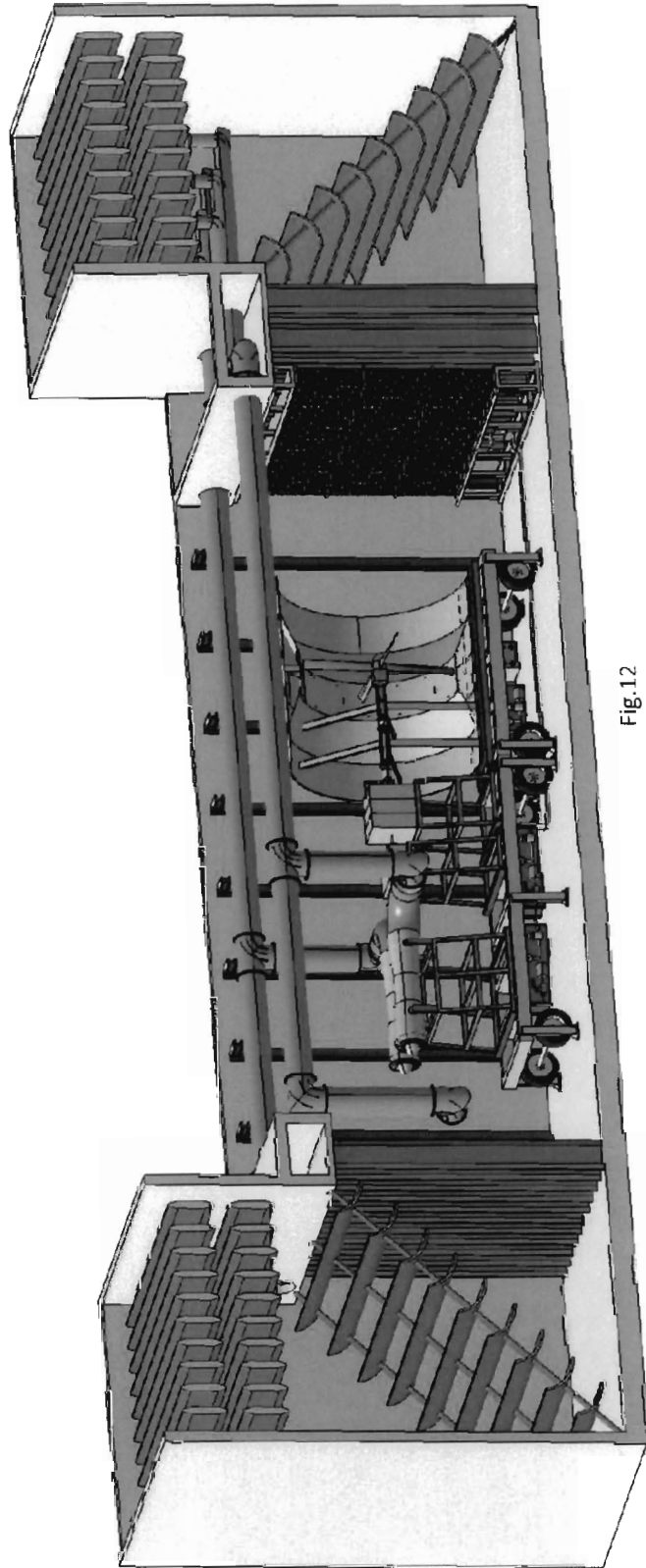


Fig.12

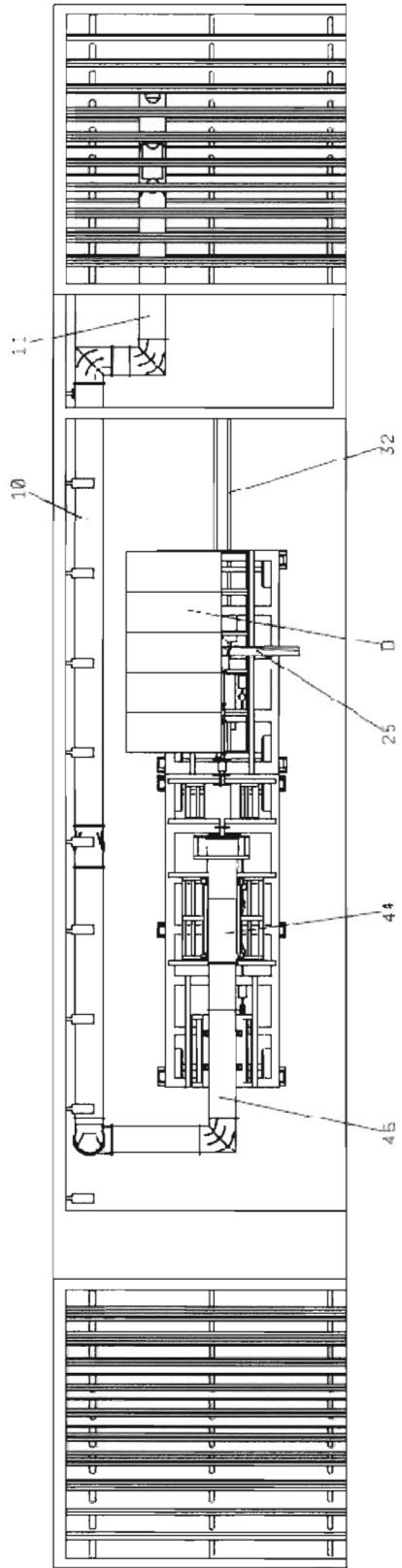


Fig. 14

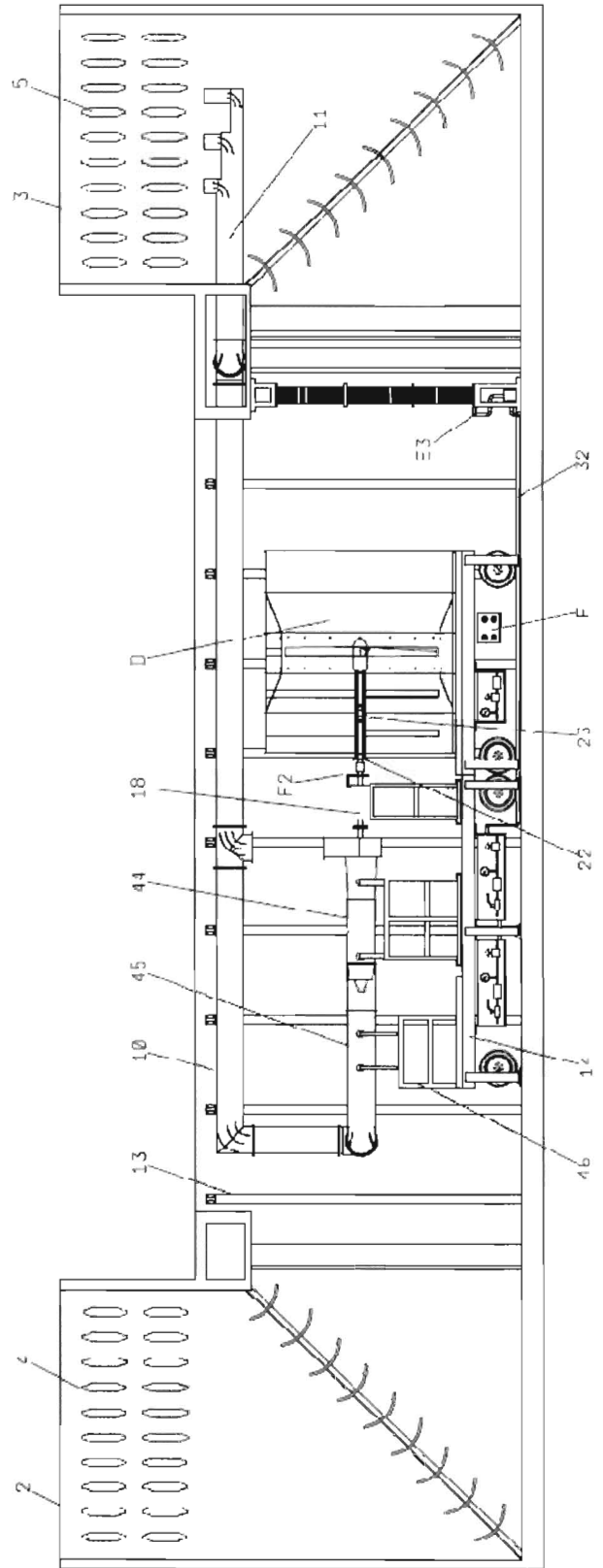


Fig. 13

PREȘEDINTE DIRECTOR GENERAL
DR.ING. VALENTIN SILIVESTRU



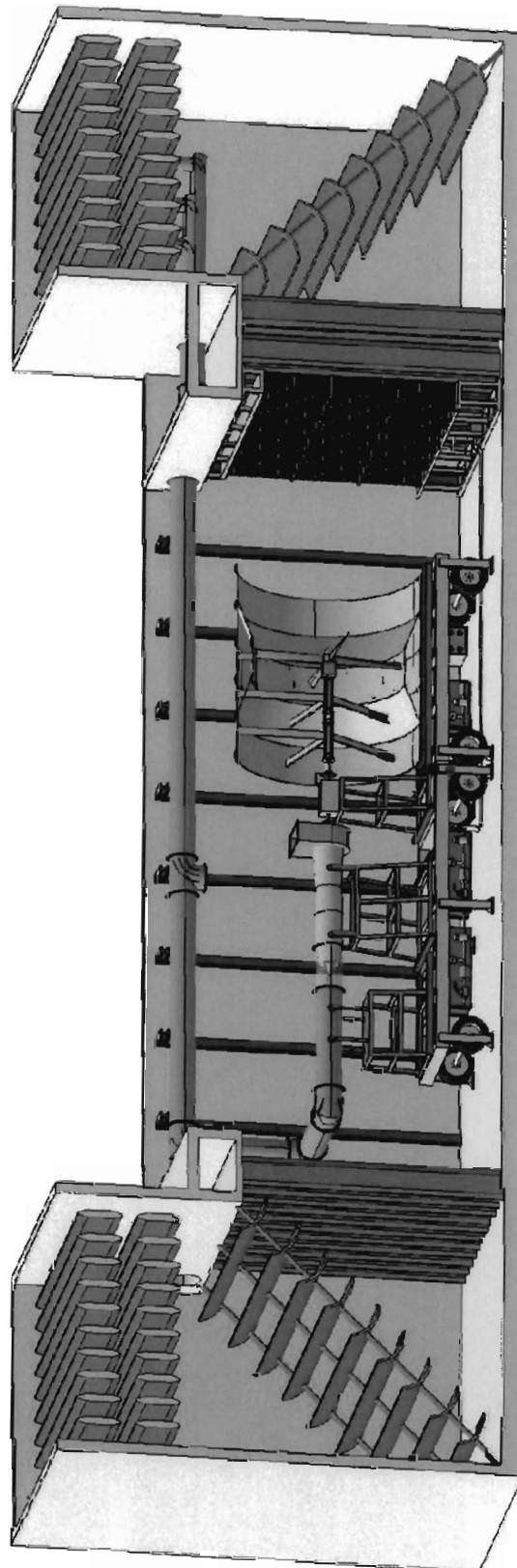


Fig.15



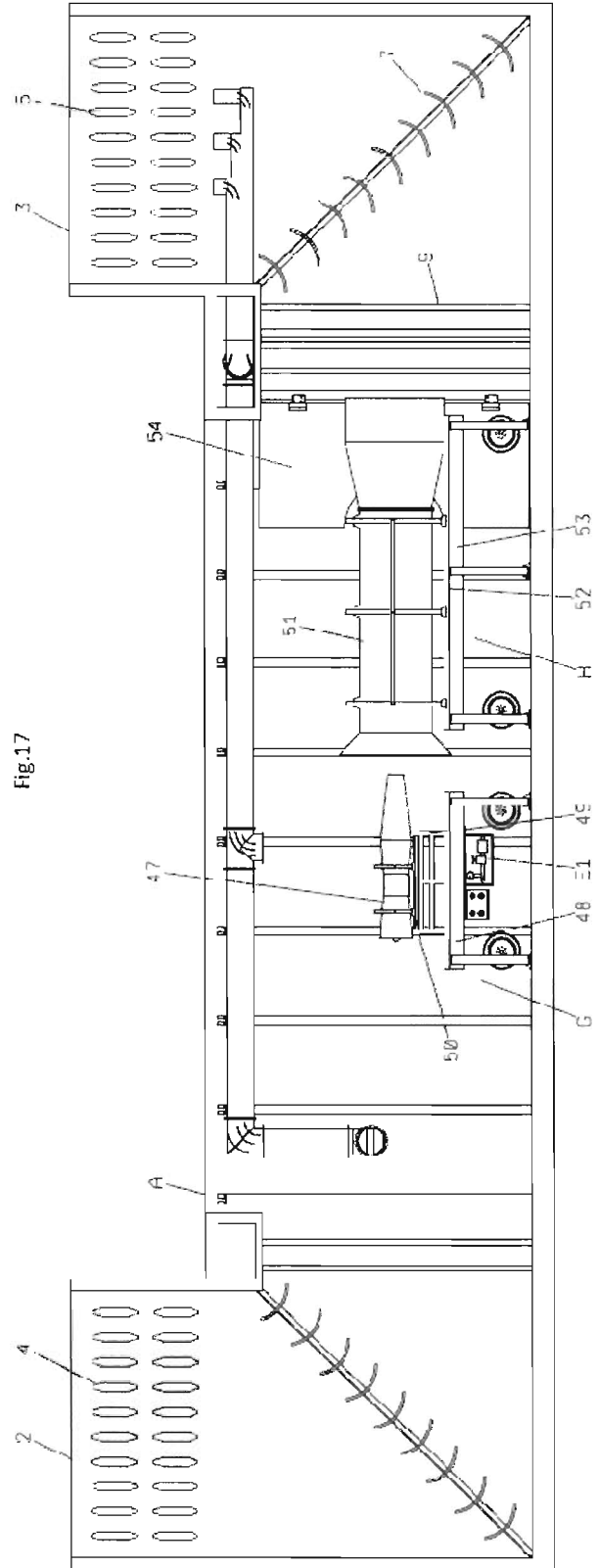
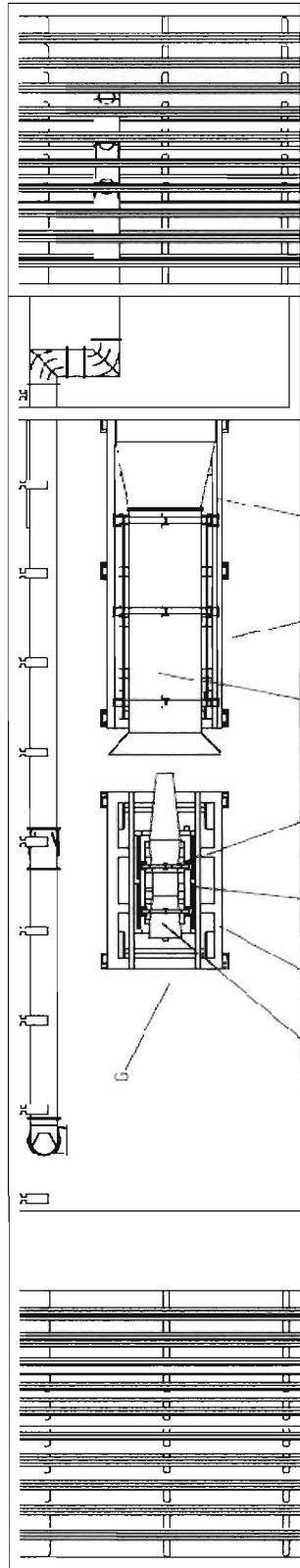
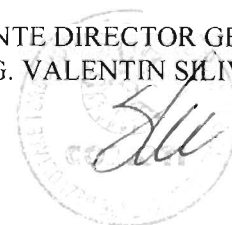


Fig.17

Fig.16



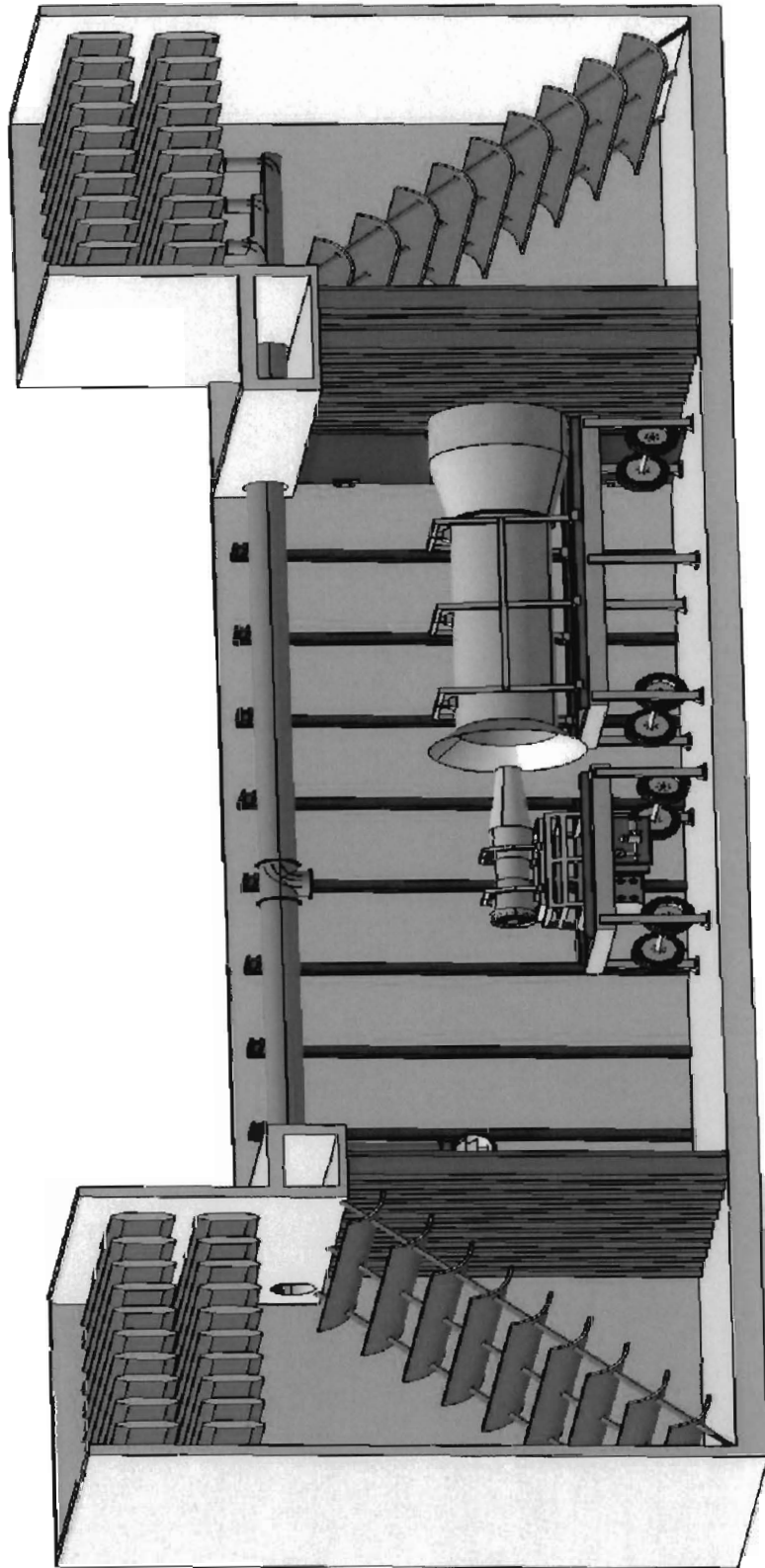


Fig.18

