

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00113

(22) Data de depozit: 12/03/2021

(41) Data publicării cererii:  
30/07/2021 BOPi nr. 7/2021

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE  
TURBOMOTOARE - COMOTI,  
BD.IULIU MANIU NR.220 D, SECTOR 6,  
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;  
• TĂRĂBIC MIHAI CORNEL,  
STR.DOCOLINA, NR.20, SECTOR 5,  
BUCUREȘTI, B, RO

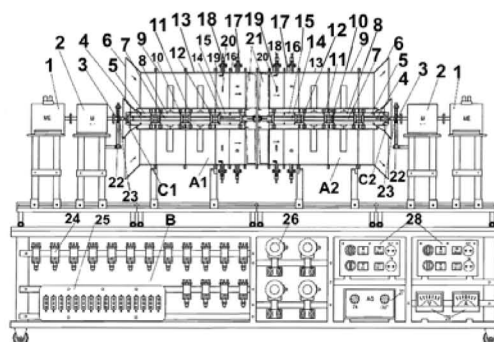
(54) STAND MOBIL DE TESTARE ROTORI DE VENTILATOR  
CONTRAROTATIVI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un stand mobil de testare destinat studiului rotoarelor de ventilator contrarotative, cu pas unghiular fix și indirect cu pas unghiular variabil pentru motoare turbofan. Standul conform invenției este alcătuit din niște rotoare (21) de ventilator provenite de la două ansamble (A1 și A2) ventilator care sunt antrenate mecanic și rotite în sensuri opuse de la un motor (1) electric, prin intermediul unui multiplicator (2) de turație și a unor arbori (4, 7 și 14) de transmisie, componente ale unor ansamble (C1 și C2) de transmisie, rotoarele (21) de ventilator antrenează un debit de aer, admis și evacuat prin niște tronsoane (6) care este instrumentat prin intermediul unor tronsoane (17 și 19) de instrumentare la intrarea și ieșirea din rotoarele (21) contrarotative, iar printr-un sistem (B) de instrumentare care conține niște sonde (16, 18 și 20) de instrumentare, niște senzori (23, 24, 25 și 26) de măsurare și un modul (27) de achiziție date, se achiziționează date experimentale precum presiune statică și totală, temperatura totală, pentru calculul performanțelor rotoarelor (21) contrarotative, iar parametrii direcți prin care se studiază reducerea consumului de combustibil al motorului turbofan, sunt tensiunea și curentul, măsurate la bornele motoarelor (1) electrice, printr-un ampermetru și voltmetru (29), reglarea turației

rotoarelor (21) de ventilator și puterea primită putându-se efectua în paralel, deoarece motoarele (1) electrice sunt comandate de la propriile surse (28) reglabile de tensiune, obținându-se la arborii rotoarelor (21), turație de lucru variabilă și în sensuri de turație opuse.

Revendicări: 3  
Figuri: 1



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. .... 0201 00113
Data depozit .... 12-03-2021

27

## STAND MOBIL DE TESTARE ROTORI DE VENTILATOR CONTRAROTATIVI

Invenția se referă la un stand mobil de testare dedicat studiului rotorilor de ventilator contrarotativi, cu pas unghiular fix și indirect cu pas unghiular variabil, pentru motoare turbofan, cu care se determină diverse performanțe în vederea optimizării rotorilor de ventilator pentru creșterea randamentului sau extinderea limitelor de lucru ale gradului de comprimare sau a debitului de aer, care implică să aibă ca efect în reducerea consumului de combustibil al motoarelor turbofan.

Se cunoaște că, în prezent, în domeniul aviației, studiul rotorilor de ventilator contrarotativi, prin testarea sa la scară redusă, pe un stand de probe de dimensiuni reduse, reprezintă o soluție viabilă de analiză și cercetare. Institute de cercetare precum Institute of Propulsion Technology (GER), Central Institute of Aviation Motors (RUS), Institute of Technology (IND) sau companii de cercetare, precum CFturbo (GER), și producători de motoare de aviație sau de mașini cu palete, precum Safran Group (EU) sau Ivchenko Progress (UKR), dispun de instalații de testare în diverse configurații tehnico-constructive pentru studiul rotorilor de ventilator contrarotativi, prin care se efectuează experimente practice și se obțin date măsurate pentru a analiza, la diferite regimuri de lucru, prin teoria similitudinii, modul de funcționare al rotorilor de ventilator contrarotativi, transpus la scară macro. Aceste experimente practice sau facilități de experimentare, au rolul și de a valida metodele de calcul sau modele matematice de simulare în vederea optimizării rotorilor de ventilator contrarotativi.

Este cunoscută o soluție constructivă, în vederea studiului performanțelor unei trepte de ventilator, cu pas unghiular fix și indirect cu pas unghiular variabil, care utilizează ca fluid de lucru aerul, conform documentului RO 133517 A0, prin care se poate analiza variația a o serie de parametri termodinamici ai aerului, precum presiuni statice și totale, temperaturi totale, înainte și după treapta de ventilator.

Soluția constructivă conform cu expunerea din documentul RO 133517 A0 are dezavantajul că necesită completări tehnice sau modificări constructive, de

reconfigurare tehnico-constructivă, pentru a permite studiul rotorilor de ventilator contrarotativi. În acest caz, soluția tehnică reconfigurată va sta la baza soluției constructive a invenției în cauză.

Este cunoscută o altă soluție constructivă, care este accesibilă unor modificări tehnice minore, în vederea studiului performanțelor rotorilor de ventilator contrarotativi, cu pas unghiular fix, conform documentului **CN 104989657 B**, prin care de asemenea să se poată analiza evoluția unor anumiți parametri termodinamici ai fluidului de lucru care traversează rotorii de ventilator contrarotativi.

Această soluție are dezavantajul că antrenarea rotorilor de ventilator contrarotativi se efectuează de la același motor electric, ceea ce înseamnă că puterea motorului electric este împărțită și distribuită către rotorii de ventilator, printr-un singur angrenaj mecanic, care efectuează și schimbarea sensului de rotație, caracterizat de un raport fix de transmisie, care determină turații egale ale rotorilor. Antrenarea rotorilor de la un singur motor electric limitează domeniul de putere și turație la arborii rotorilor și restrânge aria de experimentare și de optimizare a rotorilor contrarotativi.

Standul mobil de testare rotorii de ventilator contrarotativi, este realizat într-o configurație tehnică la scară redusă, dotat cu o instalație de operare, un sistem de instrumentare și achiziție de date, prin intermediul cărora se măsoară și se achiziționează o serie de parametrii termodinamici ai fluidului de lucru, înainte și după rotorii de ventilator contrarotativi, iar prin calcul, pe baza parametrilor mășurați, se determină o serie de performanțe caracteristice.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în faptul că, datorită configurației constructive, fiecare rotor de ventilator este antrenat separat, printr-un multiplicator de turație dedicat, de un motor electric propriu, cu performanțe diferite sau egale, în funcție de cerința aplicației de testare. Fiecare rotor de ventilator este montat într-un ansamblu ventilator dedicat, care permite adaptabilitate tehnică dedicată și dimensionare separată a domeniului de putere și turație al fiecărui rotor de ventilator și implicit configurare gazodinamică specifică fiecărui rotor de ventilator.

Standul mobil de testare rotorii de ventilator contrarotativi, conform invenției, rezolvă problema tehnică menționată și înlătură dezavantajele enumerate anterior, prin

aceea că permite execuția de teste experimentale a rotorilor de ventilator contrarotativi, într-o gamă extinsă de regimuri și condiții de lucru, datorită capacității de a se monta, separat, diferite motoare electrice de puteri și turații variate, fără modificarea soluției constructive a ansamblelor ventilatoarelor, având ca rezultat optimizarea proprie și separată a rotorilor, pentru că rotorii de ventilator pot funcționa diferit, într-un domeniu variat de putere și turație.

De asemenea, similar cu expunerea din documentul **RO 133517 A0**, geometria canalului de lucru este variabilă, astfel se poate testa, la scară redusă, într-un domeniu de limite dimensionale, diferite configurații geometrice de rotorii de ventilator contrarotativi. Standul mobil de testare rotorii de ventilator contrarotativi, dispune de o configurație constructivă modulară, formată din tronsoane cu capacitatea de interschimbabilitate, adaptabilă la diferite cerințe de testare.

Standul mobil de testare rotorii de ventilator contrarotativi, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- prezintă un cost de producție scăzut;
- este ușor de montat și întreținut;
- permite optimizarea proprie și separată a rotorilor.

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

-fig.1 - vedere de ansamblu a standului mobil de testare rotorii de ventilator contrarotativi, cu care se testează diferite geometrii de rotorii, în diferite configurații de studiu pentru pas unghiular fix și indirect pentru pas unghiular variabil și care studiază performanțele a doi rotorii de ventilator cu sensuri de turație opuse și în domenii variate de turație și putere.

Se precizează că în cazul testării rotorilor de ventilator, pentru configurația de studiu cu pas variabil, modificarea pasului paletelor de rotor nu este realizată în timp real, deoarece studiul se efectuează prin testarea a mai multor rotoare, ale aceluiași ventilator în aceleași regimuri de turație stabilite, dar cu unghiuri de așezare diferite ale paletelor.

Standul mobil de testare rotorii de ventilator contrarotativi, conform invenției și așa cum se poate observa și din cadrul fig.1, este alcătuit din două ansamble ventilator **A1** și

**A2**, montate simiteric opus și care sunt formate din niște rotorii de ventilator **21** și dintr-o serie de tronsoane de rezistență **9** și **13**, de instrumentare **17** și **19**, dar și de admisie și de evacuare **6**.

Rotorii de ventilator **21**, care au sensuri de rotație opuse, sunt antrenați mecanic prin intermediul propriului ansamblu de transmisie **C1** și **C2**, format din niște arborii de transmisie **4**, **7**, **14** și un multiplicator de turație **2** de la un motor electric **1**, alimentat și controlat de la propria sursă reglabilă de tensiune **28**, iar printr-un sistem de instrumentare **B**, format din niște sonde de instrumentare **16**, **18**, și **20**, niște senzori de măsurare **24** și **26**, niște conectori **25** ai unor termorezistențe **20** și modulul de achiziție **27**, se măsoară parametrii aerului la intrarea și ieșirea din rotorii **21** și se achiziționează date experimentale pentru studiul performanțelor rotorilor de ventilator contrarotativi.

Niște tronsoane de rezistență **9** și **13** servesc la structura de rezistență a ansamblelor de ventilator **A1** și **A2** dar și la structura de montaj a arborilor ansamblelor de transmisie **C1** și **C2**. Arborii de transmisie **4**, **7** și **14** sunt fiecare susținuți de doi rulmenți radiali axiali cu bile **10**, montați în corpul inferior **8** al tronsoanelor de rezistență **9** și **13**, respectiv în corpurile inferioare **5** și **15**, montate de flanșele extreme ale corpului inferior **8**.

Pentru a executa diverse arii ale canalului de lucru pe corpurile inferioare **5**, **8** și **15** se montează niște piese cilindrice **12**, care au rolul de a realiza ajustarea diametrului de bază al canalului de lucru după diametrul de bază al rotorilor de ventilator, iar pe aceste piese **12** se montează niște sectoare cilindrice **11**.

Cuplajul de tip arbore **3**, montat între multiplicatorul de turație **2** și arborele de transmisie **4**, este dedicat instrumentării turației de lucru a rotorilor de ventilator **21**.

Motorele electrice **1** sunt comandate separat de la propria sursă reglabilă de tensiune **28**, prin care se reglează turația la ax, rezultând turație de lucru variabilă și diferită la arborii rotorilor de ventilator **21**.

Din punct de vedere al instrumentării, aerul este instrumentat la intrarea și ieșirea din rotorii contrarotativi **21**, pentru măsurarea de presiuni și temperaturi totale, prin intermediul unor sonde de instrumentare **18** și **20**, de pe tronsonul de instrumentare **21** și presiuni statice prin intermediul unor sonde de instrumentare **16**, de pe tronsonul de

instrumentare **20**, care transferă semnal de tip pneumatic sau electric, la traductori de presiune **24**, la conectorii **25** ai termorezistențelor **20** și la traductori de presiune diferențială **26**.

Instrumentarea turației rotorilor contrarotativi de ventilator se efectuează printr-un senzor inductiv de turație **23**, măsurată pe roata dințată **22**. Semnalale de tip electric provenite de la senzorii de instrumentare sunt introduse în modulul de achiziție de date **27** iar curentul și tensiunea motorului electric **1** sunt măsurate prin sursa reglabilă de tensiune **28**, sau pot fi direct măsurate la bornele motorului electric **1** prin ampermetrul și voltmetrul **29**.

În cazul în care se cere studiul detaliat al performanțelor pentru fiecare rotor de ventilator, conform configurației constructive a standului, se permite montarea unui tronson de instrumentare suplimentar între carcasele rotorilor contrarotativi **21**, cât și montarea unui tronson de rețea de palete cu geometrie fixă, un stator cu pas unghiular fix sau variabil, pentru a studia influența poziției paletelor de stator în performanțele rotorilor de ventilator contrarotativi.

În concluzie, studiul ventilatoarelor contrarotative, în configurația de studiu pentru pas unghiular fix sau indirect variabil, se realizează pe bază experimentală prin execuția de teste, în variate regimuri de lucru, de la un regim minim la un regim maxim și în diverse configurații și condiții de testare, în urma căreia se obține o serie de parametri mășurați și achiziționați în timp real, care printr-un model de calcul se determină performanțele rotorilor de ventilator contrarotativi, precum lucru mecanic specific total, gradul total de comprimare, debitul de aer și randamentul adiabatic total. Analiza funcționării motorului turbofan se realizează prin transpunerea parametrilor motorului electric precum tensiune și curent, în parametrii motorului turbofan, astfel tensiunea motorului electric reprezintă turația motorului turbofan iar intensitatea motorului electric reprezintă debitul de combustibil consumat.

## REVEDICĂRI

1. Stand mobil de testare rotorii de ventilator contrarotativi pentru motoare turbofan, compus din niște motore electrice (1), dintr-un cuplaj de tip arbore (3) montat între un multiplicator de turație (2) și un arbore de transmisie (4), din niște arbori de transmisie (7) și (14), **caracterizat prin aceea că** este alcătuit din niște rotorii de ventilator (21) proveniți de la două ansamble ventilator (A1) și (A2) care sunt antrenate mecanic și rotite în sensuri opuse de la propriul motor electric (1), prin intermediul propriului multiplicator de turație (2) și ai arborilor de transmisie (4), (7) și (14), componente ale ansamblelor de transmisie (C1) și (C2), rotorii de ventilator (21) antrenează un debit de aer, admis și evacuat prin niște tronsoane (6) care este instrumentat prin intermediul unor tronsoane de instrumentare (17) și (19) la intrare și ieșirea din rotorii contrarotativi, iar printr-un sistem de instrumentare (B) care conține niște sonde de instrumentare (16), (18) și (20) și niște senzorii de măsurare (23), (24), (25) și (26), precum și modulul de achiziție de date (27), se achiziționează date experimentale precum presiune statică și totală, temperatura totală, pentru calculul performanțelor rotorilor contrarotativi, iar parametrii direcți prin care se studiază reducerea consumului de combustibil al motorului turbofan, sunt tensiunea și curentul, măsurate la bornele motoarelor electrice (1), printr-un ampermetrul și voltmetrul (29), reglarea turației rotorilor de ventilator și puterea primită putându-se efectua în paralel, deoarece motorele electrice (1) sunt comandate de la propriile surse reglabile de tensiune (28), obținându-se la arborii rotorilor, turație de lucru variabilă și în sensuri de turație opuse.

2. Stand mobil de testare rotorii de ventilator contrarotativi, conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea că**, prin demontarea carcaselor rotorilor de ventilator (21) se permite montarea unui tronson de instrumentare suplimentar, sau a unui tronson de rețea de palete fixe, cu pas unghiular fix sau variabil, fără a modifica configurația constructivă a standului.

3. Stand mobil de testare rotori de ventilator contrarotativi conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea că**, prin demontarea rotorilor de ventilator (21) se permite montarea și testarea de rotori contrarotativi ai treptelor de compresor axial, fără a modifica configurația constructivă a standului.



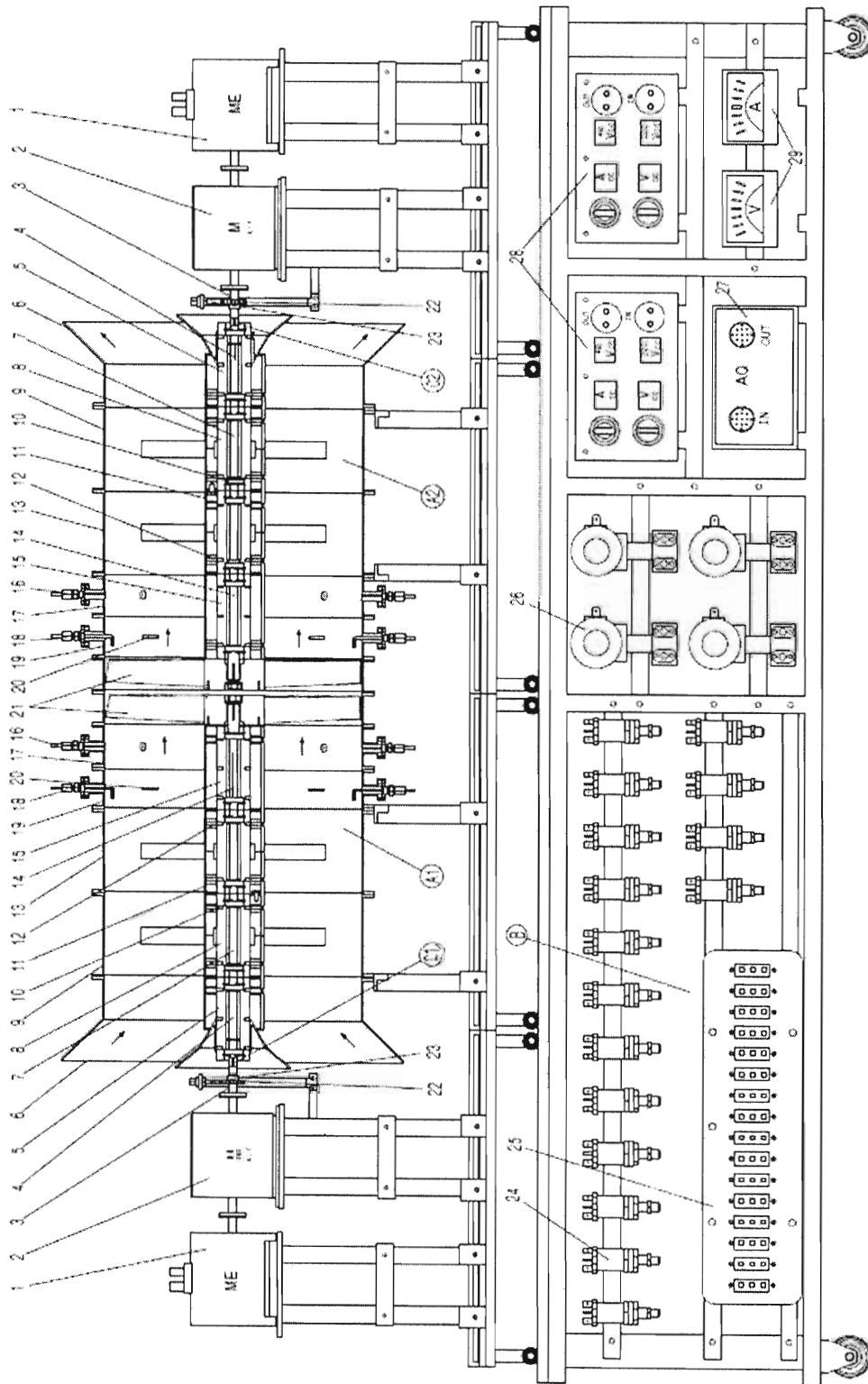


Fig.1