

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00601

(22) Data de depozit: 24/08/2018

(41) Data publicării cererii:  
28/02/2019 BOPI nr. 2/2019

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE  
AEROSPAȚIALĂ "ELIE CARAFOLI"-  
I.N.C.A.S. BUCUREȘTI, BD. IULIU MANIU  
NR. 220, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

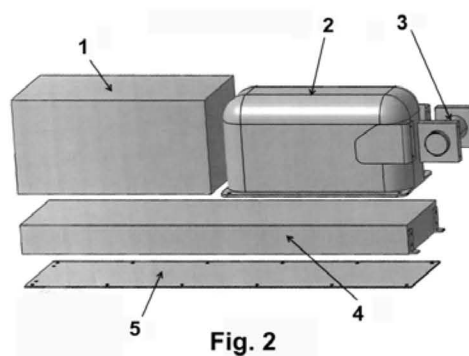
(72) Inventatori:  
• NICOLIN ILIE,  
STR.AMIRAL HORIA MACELARIU 18,  
BL.20/1A, SC.C, AP.36, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• NICOLIN BOGDAN ADRIAN,  
STR.AMIRAL HORIA MACELARIU, NR.18,  
BL.20/1A, SC.C, AP.36, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM DE RIDICARE LA SUPRAFAȚA APEI A CUTIILOR  
NEGRE (FDR ȘI CVR) ALE AERONAVELOR PRĂBUȘITE  
ÎN APE ADÂNCI, CU FLOTOR DIN ALIAJ DE TITAN

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem cu flotor din aliaj de titan cu miez din aglomerat de plută, destinat să ridice și să mențină la suprafața apei cutiile negre ale oricărui tip de aeronavă existentă, echipată cu FDR - înregistratorul datelor de zbor și CVR - înregistratorul vocilor din cabină și al comunicațiilor cu turnul de control, după prăbușirea acestora în ape adânci. Sistemul conform invenției este constituit din FDR și CVR alcătuite la rândul lor dintr-o sursă (1) de energie electrică, o unitate (2) de memorie rezistentă la prăbușire, o baliză (3) de locație subacvatică și o casetă (4) suport al cărui capac (5) de acces a fost înlocuit cu un flotor (11) alcătuit dintr-o placă (6) superioară, un miez (7) din aglomerat de plută și un corp (8), alcătuit ca și placa (6) superioară, dintr-un aliaj de titan de uz aeronautic  $Ti_6Al_4V$ , care constituie armura flotorului (11), placa (6) superioară și corpul (8) fiind îmbinate printr-un cordon (9) de sudură realizat prin procedeul MIG în atmosferă protejată de heliu.

Revendicări: 2  
Figuri: 6



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI Cerere de brevet de invenție Nr. <u>a 2018 00601</u> Data depozitării <u>2.11.2018</u>
--

## SISTEM DE RIDICARE LA SUPRAFAȚA APEI A CUTIILOR NEGRE (FDR ȘI CVR) ALE AERONAVELOR PRĂBUȘITE ÎN APE ADÂNCI, CU FLOTOR DIN ALIAJ DE TITAN

Invenția se referă la un sistem cu flotor din aliaj de titan destinat să ridice și să mențină la suprafața apei cutiile negre: **FDR - Flight Data Recorders** (înregistratorul datelor de zbor) și **CVR - Cockpit Voice Recorders** (înregistratorul vocilor din cabină și al comunicațiilor cu turnul de control) ale oricărui tip de aeronavă existentă, echipată cu **FDR și CVR**, după prăbușirea în ape adânci.

FDR și CVR sunt alcătuite din **(1) PS - Power Supply**, sursa de energie electrică; **(2) CSMU - Crash Survivable Memory Unit**, unitate de memorie rezistentă la prăbușire; **(3) ULB - Underwater Locator Beacon**, baliza de locație subacvatică; **(4) MS - Mounting Shelf**, caseta suport cu capac de acces **(5)** la partea inferioară, ca în figura 1 și 2.

FDR și CVR sunt proiectate și testate să reziste până la o lună scufundate în apă la o adâncime de până la 6096 m și să reziste cel puțin o ora la o temperatură de 1100°C. Baliza de locație subacvatică **(3)** atașată de unitățile de memorie rezistente la prăbușire **(2)** emite semnale ultrasonice în fiecare secundă, timp de 30 de zile de la data prăbușirii.

Structura metalică a FDR și CVR este realizată din oțel aliat sau din aliaj de titan. De regula, FDR și CVR sunt montate în fuselajul posterior al aeronavelor. FDR și CVR sunt vopsite cu culoare portocalie strălucitoare, pentru a fi ușor de găsit după accidentele aviatice.

Invenția este necesară pentru toate aeronavele existente, în special pentru cele care zboară peste ape adânci, deoarece sunt multe situații în care FDR și CVR ale aeronavelor prăbușite în ape adânci nu au putut fi recuperate [1], iar soluțiile propuse în literatura de specialitate se referă doar la aeronavele viitoare și nu la cele existente [2, 3, 4].

În domeniul aviației sunt cunoscute două mari categorii de sisteme de securitate pentru FDR și CVR, dar care se vor aplica doar în viitor, la aeronavele noi:

**INCAS**  
Director General  
Dr. Ing. Catalin NAE



1. O solutie propusa de AIRBUS care va fi folosita incepand cu sfarsitul anului 2019 se refera la ejectarea celei de-a doua cutii neagre, redundanta, care combina FDR și CVR în CVDR - **Cockpit Voice and Data Recorder**, care va fi instalata pe avioanele mari care zboara frecvent peste ape adanci sau în zone îndepărtate. AIRBUS va instala o a doua cutie neagra redundanta (CVDR) în spatele fuselajului, cu un sistem de ejectare mecanica. CVDR se va elibera automat daca aeronava este scufundata la mai mult de doi metri în apă sau daca senzorii aeronavei detecteaza o deformare structurala grava [2].
2. O alta solutie propusa, neaplicata încă, urmând sa fie implementata de AIRBUS, este de a transmite în timp real datele înregistrate în cutiile negre către o retea de sateliti și de acolo către sol, la o statie aleasa de entitatea care detine aeronava [3, 4].

Inventia consta în inlocuirea plăcii de baza (5) cu un flotor alcatuit dintr-o placa superioara (6), un miez din aglomerat de plută (7) și un corp (8), solutie similara cu solutia tehnica folosita la realizarea unitatilor de memorie rezistente la prabusire (2), așa cum se prezinta în figurile 3 și 4.

Reperele (6) și (8) sunt fabricate din aliaj de titan de uz aeronautic Ti6Al4V și ele constituie armura flotorului. Grosimea materialului este de 2 mm pentru ambele repere (6) și (8). Reperul (7) este miezul flotorului și este fabricat din aglomerat de plută (cork), rezistent la temperatura, umezeala și la compresiune, material frecvent utilizat în industria aeronautica și aerospaciala [5, 6, 7]. Miezul flotorului are dimensiunile nominale egale cu dimensiunile nominale ale cavitatii din corpul flotorului (8), dar tolerate negativ, cu mentiunea ca la partea sa superioara este realizat un șanfren de 20x45° așa cum se prezinta în figura 5, pentru a permite imbinarea prin sudare dintre placa superioara (6) și corpul (8) fara a deteriora miezul din aglomerat de plută. Cordonul de sudura (9) se realizeaza prin procedeul MIG (Metal Inert Gas), iar gazul protector recomandat este heliul [8]. În plus, șanfrenul este realizat în zona de maxima rezistenta la compresiune a flotorului, adica zona cordonului de sudura (v. figura 4).

Dupa asamblare, flotorul se ataseaza la partea inferioara a FDR / CVR, în locul plăcii de baza (5), cu același tip de organe de asamblare, dar fabricate din aliaj de titan, așa cum se arata în figura 6.



Principiul invenției este acela ca greutatea volumului de apă dislocat de flotor împreună cu unitatea FDR / CVR să fie mai mare decât greutatea proprie a noului ansamblu (CVR + flotor) sau (FDR + flotor), astfel încât acesta să fie ridicat și menținut la suprafața apei, în conformitate cu principiul flotabilității enunțat de Arhimede.

Cu alte cuvinte, fiecare nou ansamblu (FDR + flotor) sau (CVR + flotor) devine flotabil prin dimensionarea corespunzătoare a volumului flotorului cu armura de titan și miez din aglomerat de plută, așa cum se prezintă în continuare.

Bilantul forțelor, care acționează asupra unui (FDR + flotor) sau (CVR + flotor) scufundat în apă, este prezentat în tabelul 1.

Masa FDR / CVR pentru care s-au efectuat calculele este de 4,800 kg [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Densitatea aliajului de titan de uz aeronautic - Ti6Al4V este de 4420 kg/m<sup>3</sup> [16, 17, 18].

Densitatea aglomeratului de plută este 250 - 350 kg/m<sup>3</sup> [5], dar în calculele efectuate se folosește valoarea maximă 350 kg/m<sup>3</sup>, ceea ce este acoperitor pentru calculul efectuat.

Masa plăcii superioare a flotorului (6) este ignorată, deoarece înlocuiește placa de bază a casetei suport (5) și are greutatea mai mică sau cel mult egală cu aceasta din urmă.

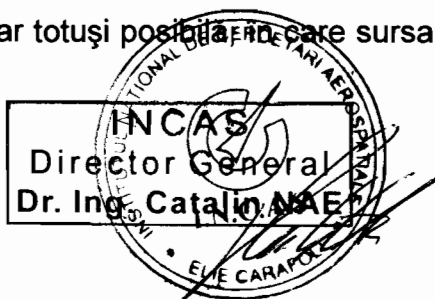
Densitatea apei este considerată 1000 kg/m<sup>3</sup>, deși densitatea apei mărilor și a oceanelor este mai mare și anume: 1020 - 1035 kg/m<sup>3</sup> [19], ceea ce este, iarăși, acoperitor pentru calculul efectuat.

Forțele negative sunt forțe de greutate și se opun flotabilității, iar cele pozitive sunt forțe de flotabilitate, generate de greutatea volumului de apă dislocat.

Tabelul 1

Denumire	Volum [m <sup>3</sup> ]	Masa [kg]	Forțe [N]
FDR / CVR	0,009	4,800	-47,040
FLOTOR	0,006	3,197	-31,331
APA DISLOCATA	0,015	15,000	147
<b>FORTA FLOTANTA REZULTATA</b>			<b>68,629</b>

Volumul flotorului a fost calculat astfel încât să existe forța de flotabilitate chiar și în situația puțin probabilă, dar totuși posibilă, în care sursa de energie electrică (1)



– cu volumul de 0,004 m<sup>3</sup> și / sau caseta suport (4) – cu volumul de 0,002 m<sup>3</sup> s-ar deteriora la prăbușirea aeronavei și în ele ar patrunde apă.

În această situație, bilanțul forțelor va arăta ca în tabelul 2, când forța flotantă se reduce la **9,829 N**, dar ea există, este pozitivă și asigură flotabilitatea ansamblului (CVR + flotor) sau (FDR + flotor).

Tabelul 2

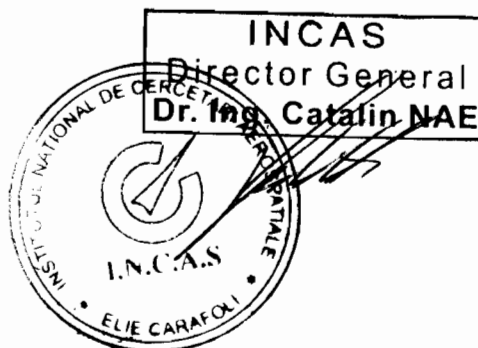
Denumire	Volum [m <sup>3</sup> ]	Masa [kg]	Forțe [N]
FDR / CVR	0,003	4,800	-47,040
FLOTOR	0,006	3,197	-31,331
APA DISLOCATA	0,009	9,000	88,200
<b>FORTA FLOTANTA REZULTATA</b>			<b>9,829</b>

Calculul volumului flotorului este simplu de efectuat, conform procedurii descrise anterior, pentru oricare tip de FDR sau CVR de pe aeronavele aflate în exploatare. Suportul din aeronavă, pe care sunt instalate FDR sau CVR trebuie să fie înălțat cu valoarea înălțimii flotorului fixat sub FDR sau CVR, ca în figura 6.

Dimensiunile plăcii superioare a flotorului (6) trebuie să fie identice cu cele ale plăcii de bază (5), cu excepția grosimii stabilite la 2 mm. Dimensiunile secțiunii transversale ale corpului (8) al flotorului sunt stabilite astfel încât să permită sudarea dintre reperatele (6) și (8) și, apoi, instalarea flotorului cu FDR sau CVR, prin găurile din placa superioară (6) să fie posibilă. Prin urmare, singura variabilă în calculul volumului flotorului este înălțimea sa (v. figurile 2, 4, 6).

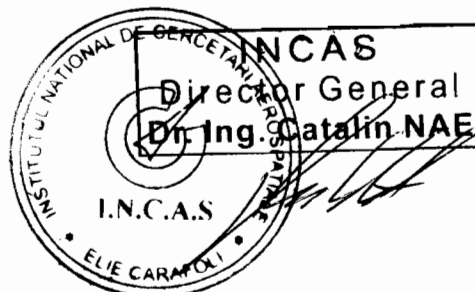
Avantajul invenției prezentate este ca se poate aplica tuturor FDR sau CVR instalate pe aeronavele existente.

Modalitatea de realizare a invenției a fost explicată detaliat mai sus și este prezentată în figurile 3, 4, 5, 6.



**BIBLIOGRAFIE**

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_unrecovered\\_flight\\_recorders](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_unrecovered_flight_recorders)
2. <https://www.cnbc.com/2017/06/21/ejectable-floating-black-box-to-be-installed-on-long-range-airbus-planes.html>
3. [https://www.wired.com/2011/06/ff\\_blackboxes/](https://www.wired.com/2011/06/ff_blackboxes/)
4. <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3670302/The-cloud-black-box-prevent-plane-crashes-Airbus-install-radical-satellite-technology-aircraft.html>
5. <https://www.apcor.pt/en/cork/processing/industrial-path/composite-agglomerates/>
6. [https://www.nasa.gov/centers/johnson/pdf/584728main\\_Wings-ch4b-pgs182-199.pdf](https://www.nasa.gov/centers/johnson/pdf/584728main_Wings-ch4b-pgs182-199.pdf)
7. <http://www1.udel.edu/udaily/2012/jun/cork-sandwich-composites-061812.html>
8. [www.nssmc.com/en/tech/report/nsc/pdf/n9515.pdf](http://www.nssmc.com/en/tech/report/nsc/pdf/n9515.pdf)
9. [https://www.uasc.com/docs/default-source/documents/brochures/uasc\\_cvr-fdr\\_brochure.pdf?sfvrsn=9513985c](https://www.uasc.com/docs/default-source/documents/brochures/uasc_cvr-fdr_brochure.pdf?sfvrsn=9513985c)
10. <http://www.l3aviationproducts.com/products/fa2100-series-cockpit-voice-and-data-recorders/>
11. [https://www.skybrary.aero/index.php/Flight\\_Data\\_Recorder\\_\(FDR\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Flight_Data_Recorder_(FDR))
12. [https://www.nts.gov/news/Pages/cvr\\_fdr.aspx](https://www.nts.gov/news/Pages/cvr_fdr.aspx)
13. <http://www.aaib.gov.mn/uploads/16%20Flight%20Recorders%20-%20FDR%20CVR%20and%20data%20downloading%20and%20analysis.pdf>
14. <https://www.seaerospace.com/sales/product/L3%20Technologies/FA2100%20FDR/2100-4043-00>
15. [https://en.wikipedia.org/wiki/Flight\\_recorder](https://en.wikipedia.org/wiki/Flight_recorder)
16. <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1569>
17. <http://www.nssmc.com/en/tech/report/nssmc/pdf/106-05.pdf>
18. <https://www.azom.com/properties.aspx?ArticleID=1547>
19. <https://hypertextbook.com/facts/2002/EdwardLaValley.shtml>



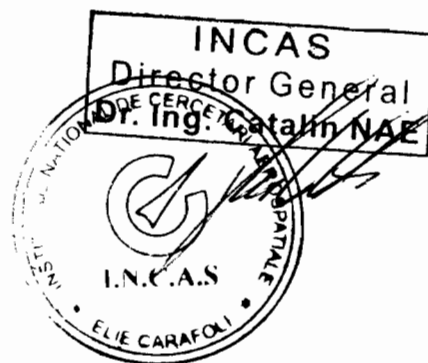
## REVENDICĂRI

Invenția descrie un sistem cu flotor din aliaj de titan, cu miez din aglomerat de plută, destinat să ridice și să mențină la suprafața apei cutiile negre: **FDR - Flight Data Recorders** (înregistratorul datelor de zbor) și **CVR - Cockpit Voice Recorders** (înregistratorul vocilor din cabină și al comunicațiilor cu turnul de control) ale oricărui tip de aeronavă existentă, echipată cu **FDR** și **CVR**, după prăbușirea în ape adânci.

Din cercetările efectuate nu există sisteme de ridicare la suprafața apei a FDR sau CVR, similare cu cel prezentat și care să fie aplicabile aeronavelor existente.

**1. SISTEMUL DE RIDICARE LA SUPRAFAȚA APEI A CUTIILOR NEGRE (FDR ȘI CVR) ALE AERONAVELOR PRABUȘITE ÎN APE ADÂNCI, CU FLOTOR DIN ALIAJ DE TITAN este caracterizat prin aceea că flotorul este atasat permanent la baza fiecărui FDR sau CVR modificat, prin înlocuirea plăcii de bază a acestora (5) cu un flotor (11), folosind același tip de organe de asamblare, dar fabricate din aliaj de titan.**

**2. SISTEMUL DE RIDICARE LA SUPRAFAȚA APEI A CUTIILOR NEGRE (FDR ȘI CVR) ALE AERONAVELOR PRABUȘITE ÎN APE ADÂNCI, CU FLOTOR DIN ALIAJ DE TITAN, conform revendicării 1, este caracterizat prin aceea că flotorul (11) este realizat cu armură din aliaj de titan (6) și (8) și cu miez din aglomerat de plută (7).**



ANSAMBLU FDR / CVR

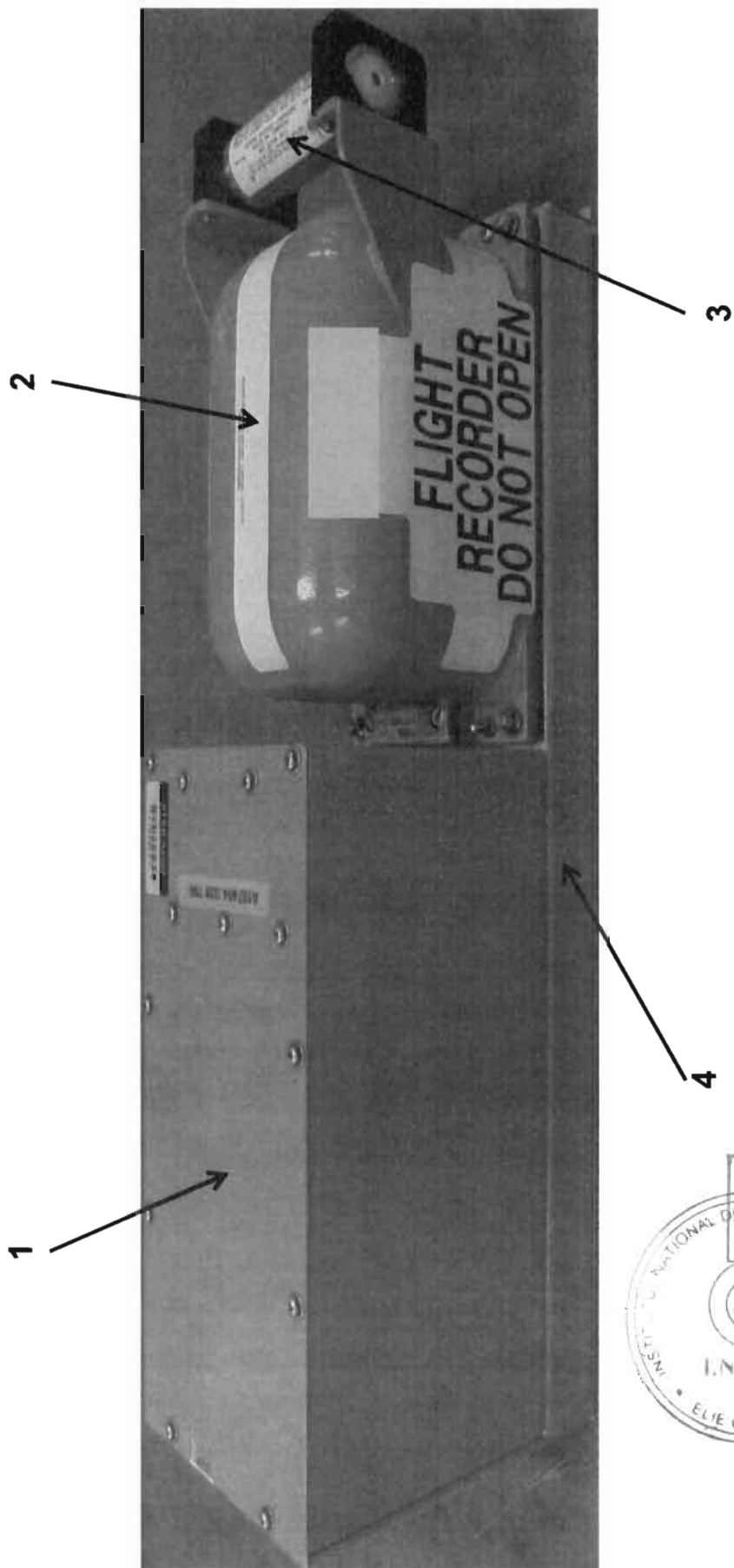


Fig. 1

INCAS  
Director General  
Dr. Ing. Catalin NAE





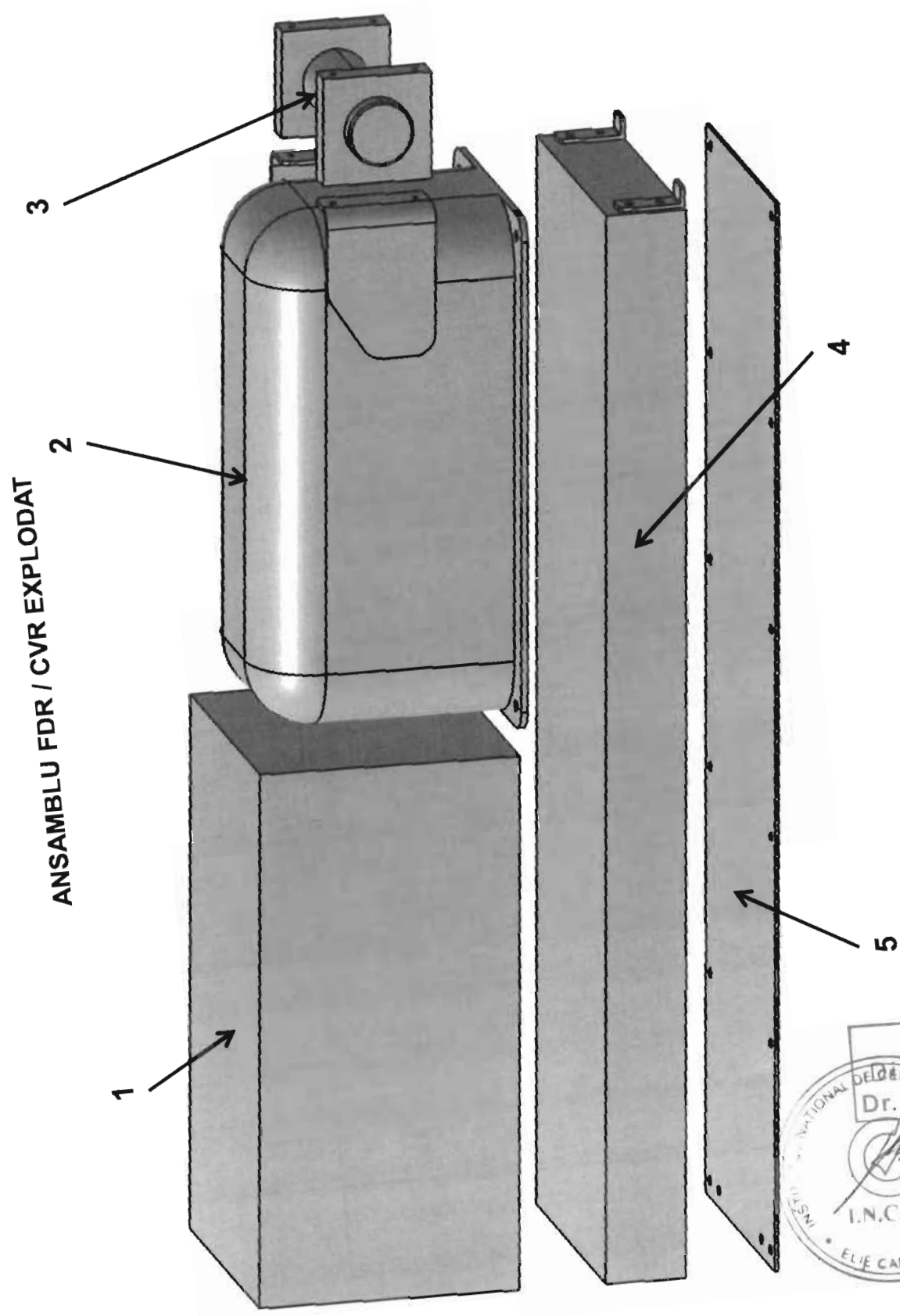


Fig. 2

INCAS  
Director General  
Dr. Ing. Catalin NAI  
INCAS  
ELIE CARAFOLI

ANSAMBLU FLOTOR CU ARMURA DIN ALIAJ DE TITAN EXPLODAT

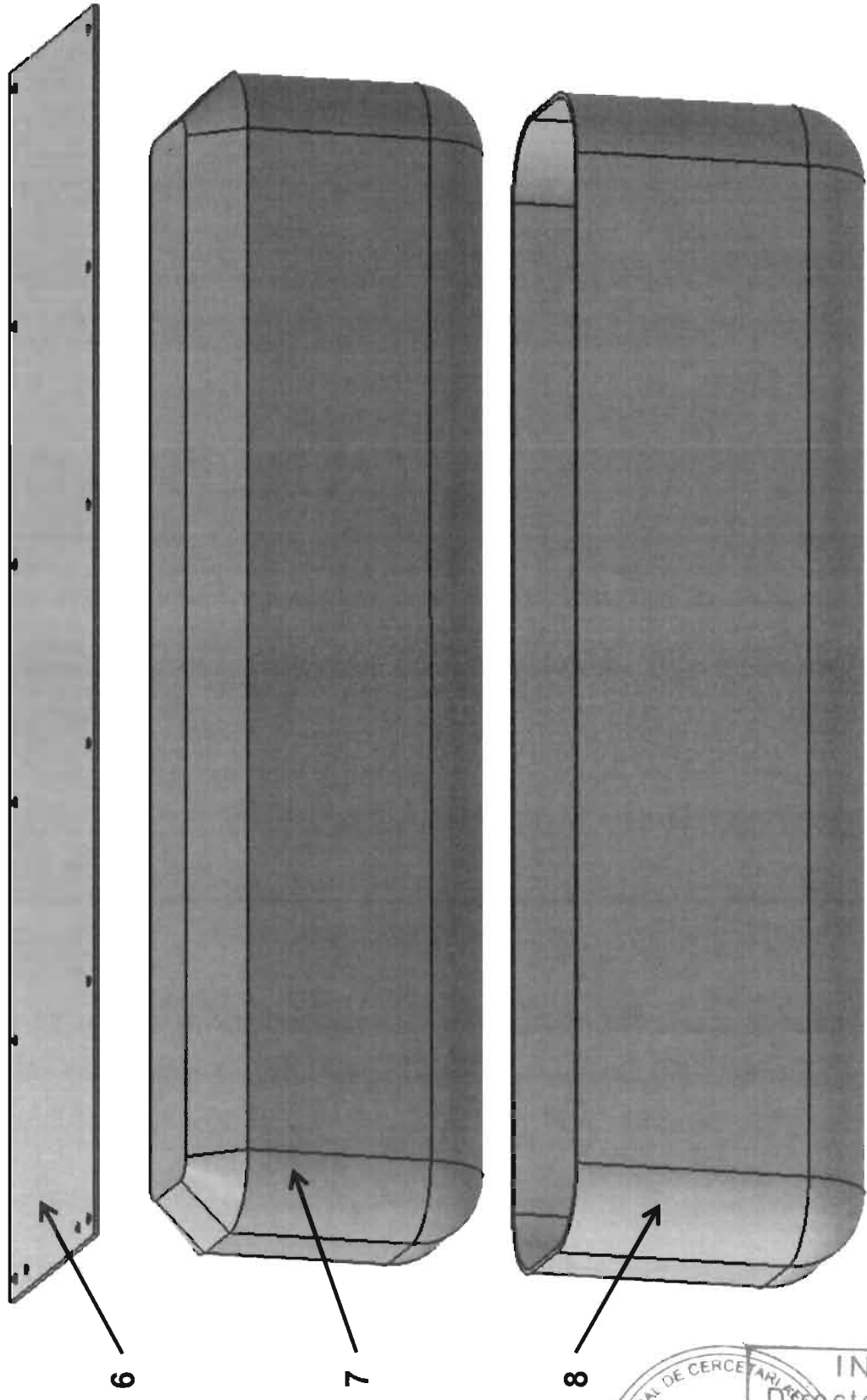


Fig. 3

INCAS  
Director General  
Dr. Ing. Catalin NAE

INCAS  
ELIE CARAFOLU

FLOTOR CU ARMURA DIN ALIAJ DE TITAN ASAMBLAT

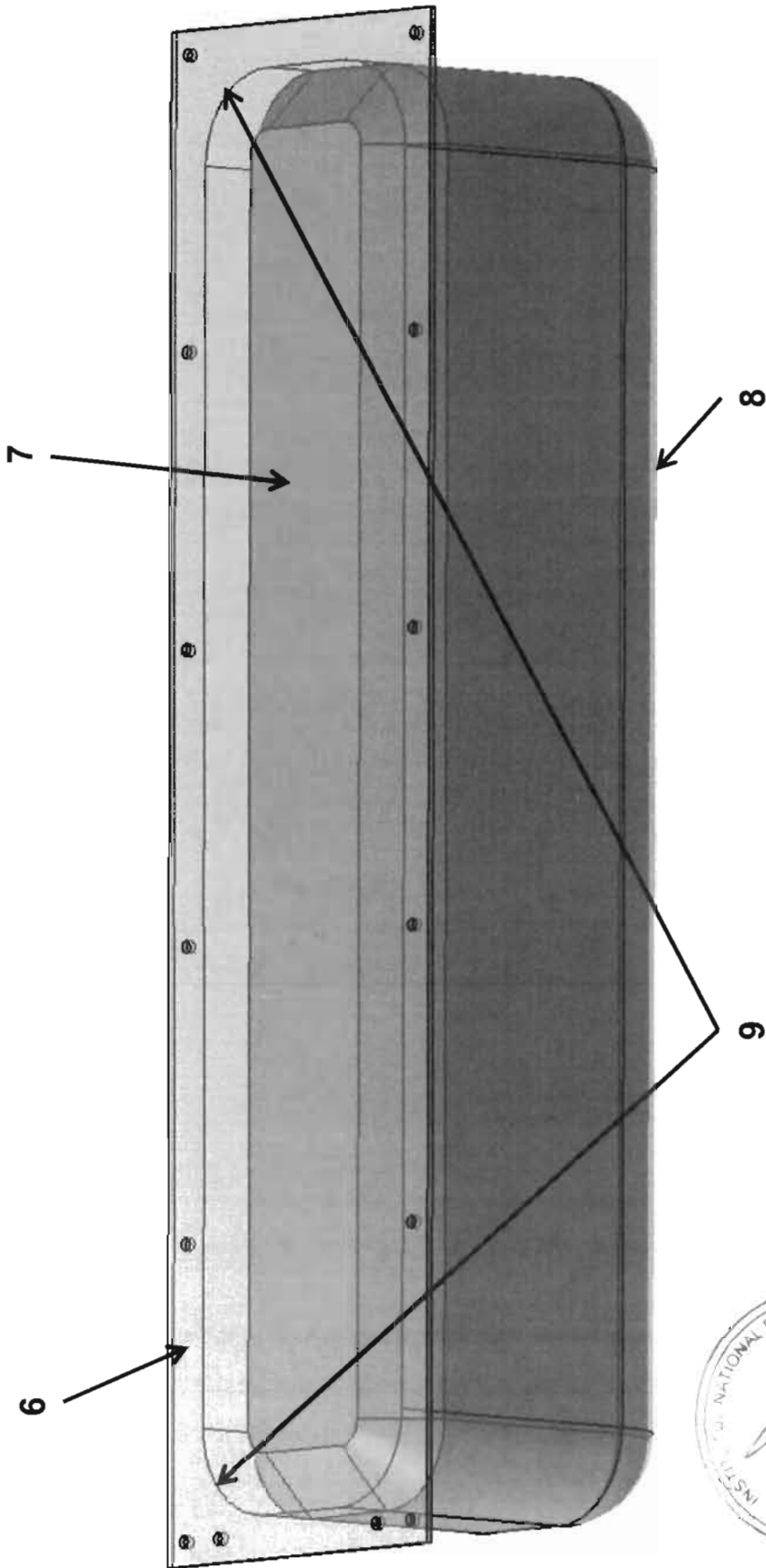
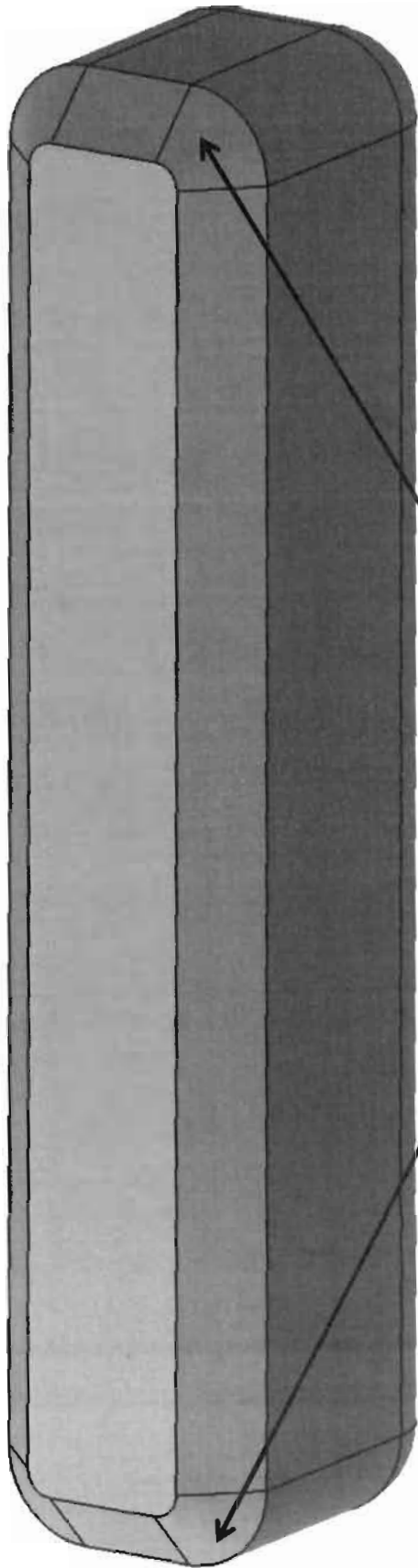


Fig. 4





MIEZ DIN AGLOMERAT DE PLUTA



Sanfren 20x45°

Fig. 5



ANSAMBLU FDR / CVR CU FLOTOR INSTALAT

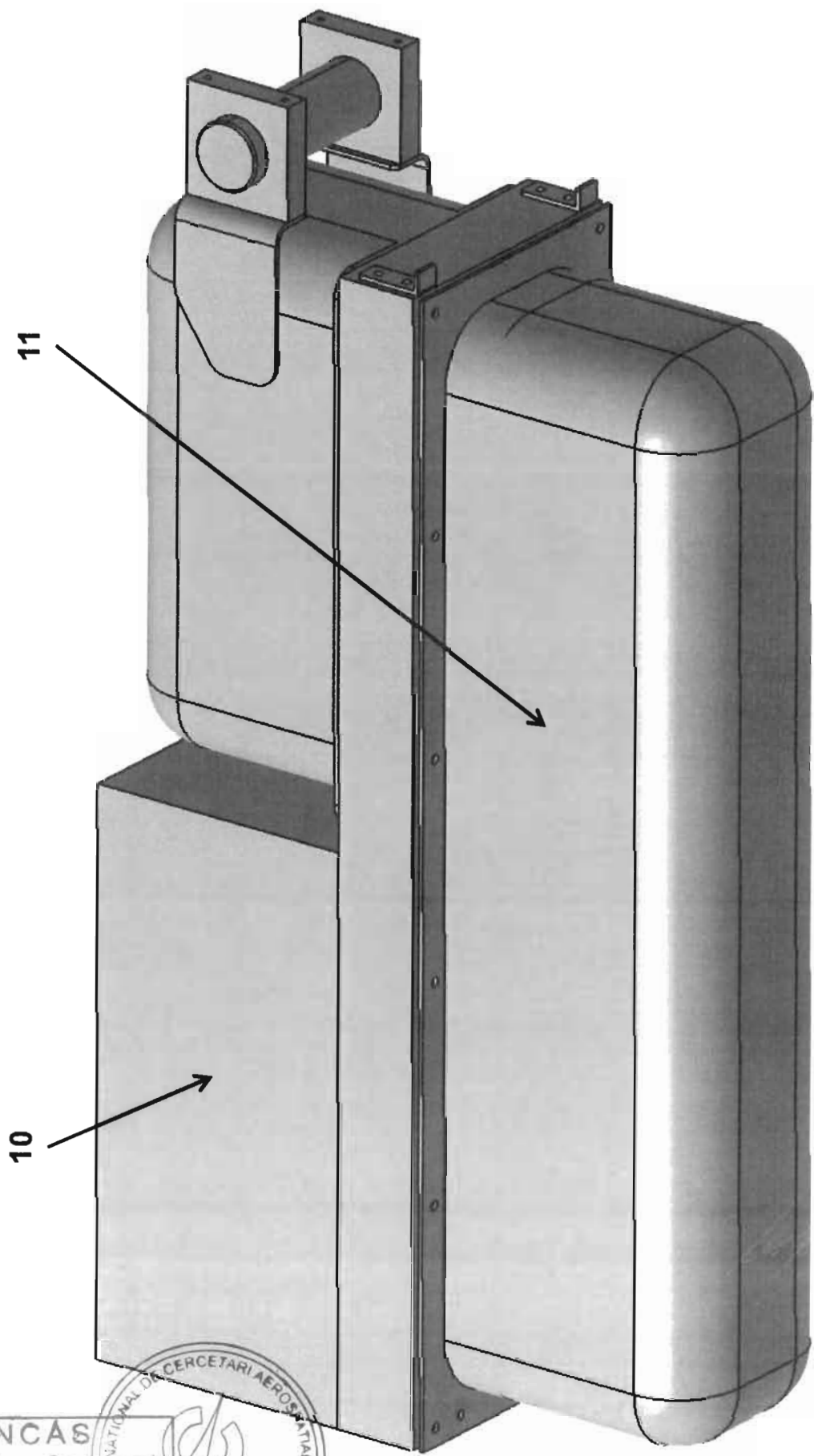


Fig. 6

INCAS  
Director General  
Dr. Ing. Catalin NAE



The logo of INCAS (National Institute for Research and Development in Aerospace) is visible, featuring a stylized aircraft and the text 'INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARI AEROSPAZIALE' and 'ELIE CARAFOLI'.