



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2021 00181**

(22) Data de depozit: **19/04/2021**

(41) Data publicării cererii:
28/10/2022 BOPI nr. **10/2022**

(71) Solicitant:
• **TIMAR LIVIU-DAN**, STR.VIITORULUI,
BL.15, SC.A, AP.3, LUDUȘ, MS, RO;
• **SPIRIDON RADU**, CALEA TURZII, NR.34,
AP.7, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• **ROMAN MARIUS-GEORGE**,
STR.IOAN BUDAI DELEANU, NR.78, AP.13,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• **TIMAR LIVIU-DAN**, STR. VIITORULUI,
BL.15, SC.A, AP.3, LUDUȘ, MS, RO;
• **SPIRIDON RADU**, CALEA TURZII, NR.34,
AP.7, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• **ROMAN MARIUS-GEORGE**,
STR.IOAN BUDAI DELEANU, NR.78, AP.13,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

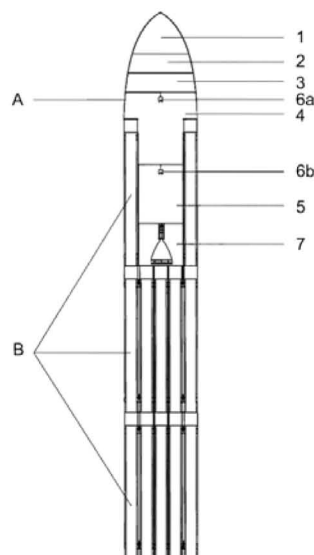
(54) **SISTEM MODULAR DE PROPULSIE ST MIRAJ SPACE
TECHNOLOGIES**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem modular de propulsie destinat lansării orbitale și propulsiei spațiale pentru încărcătura utilă de dimensiuni mici, utilizând supra-modulizarea ca și intervenție în ecuația rachetei, pentru a reduce costurile și a crește accesibilitatea la destinații orbitale pentru astfel de încărcături. Sistemul modular, conform invenției este construit din 50 module care folosesc combustibil solid și un modul care folosește combustibil lichid, în distribuție circulară stratificată, în jurul unui modul central, iar pe măsură ce se epuizează combustibilul din rezervoare, acestea sunt eliminate din masa vehiculului și are în alcătuire un modul (A) upper stage proiectat pentru utilizarea combustibilului metan care funcționează în reacție chimică oxidativă cu oxigen, un segment (1) cu sistem funcțional de fixare a încărcăturii utile și decalotare, un segment (2) al acumulatorilor cu funcțiile caracteristice pentru a susține sistemul electric, un segment (3) al sistemului de ghidaj și control cu rezervoarele pentru RCS, un segment (4 și 5) al rezervoarelor cu combustibil și oxidant, construit cu proprietățile caracteristice cunoscute și forma optimă, care prezintă inovația controlului presiunii combustibilului cu ajutorul unui sistem (6a și 6b) de vaporizare electric care este alcătuit dintr-o rezistență electrică și un plutitor, un segment (7) al motorului, iar restul modulelor SRB utilizează combustibil solid, înălțimea unui modul cu combustibil solid determinând și înălțimea primelor două trepte, compuse fiecare din 19 module SRB, iar distribuția circulară în cazul

propunerii 50+1 este 12 - exterior, 6 - interior, 1 - central, vehiculul având 3 stage-uri structurale și număr variabil de stage-uri funcționale, etape de ardere, primele două trepte structurale fiind pemodelul 12-6-1 iar al treilea este o combinație 12 SRB +1 modulul central, care este upper stage (A) echipat cu motor hibrid chimic-ionic care funcționează cu combustibil lichid.

Revendicări: 5
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).



SISTEM MODULAR DE PROPULSIE
ST MIRAJ SPACE TECHNOLOGIES

Three handwritten signatures in black ink are located at the bottom right of the page. The first signature is a large, stylized cursive 'R'. The second signature is a smaller, more compact cursive signature. The third signature is a very stylized, almost illegible cursive signature.

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2021 de 181
Data depozit 19-04-2021

DESCRIEREA INVENȚIEI

1. Domeniul de aplicatie al invenției

Invenția se refera la un nou sistem de propulsie destinat lansării orbitale și propulsiei spațiale pentru încărcatura utilă de dimensiuni mici, utilizând supramodularizarea ca și intervenție în ecuația rachetei, pentru a reduce costurile și a crește accesibilitatea la destinații orbitale pentru astfel de încărcături.

2. Introducere în subiectul invenției

Principiile, respectiv legile fizicii după care o rachetă se deplasează sunt legile mecanicii clasice (cunoscute și sub numele de Legile lui Newton) și legea conservării impulsului [1].

Principalele elemente constructive sunt: corpul, motorul și încărcătura utilă.

Atingerea vitezei de orbitare necesită ca motorul de rachetă să obțină cea mai mare forță de acțiune posibilă în cel mai scurt timp, pentru a crește eficiența.

Cu alte cuvinte, motorul trebuie să ardă o masă mare de combustibil și să împingă gazul rezultat din motor cât mai rapid. Trebuie să se exercite o forță superioară masei pentru ca o rachetă să se ridice de pe un dispozitiv de lansare sau pentru ca un vehicul din spațiu să schimbe viteza sau direcția (prima lege). Cantitatea de forță (thrust) produsă de un motor de rachetă va fi determinată de masa combustibilului rachei, care este ars, și de viteza cu care gazul scapă din rachetă (a doua lege). Reacția sau mișcarea rachetei este egală cu și în direcția opusă acțiunii sau a tracțiunii motorului (a treia lege a mecanicii Newtoniene) [2].

Conceptele actuale de lansare orbitală nu includ sisteme exclusive pentru încărcături utile de dimensiuni mici. La ora actuală, încărcăturile de dimensiuni mici sunt atasate încărcăturilor principale în lansările orbitale ale vehiculelor de dimensiuni mari. Începând cu anul 2015, NASA a demarat o inițiativă de construcție a unei platforme de lansare pentru vehicule orbitale de dimensiuni foarte mici care aveau scopul de a plasa în orbita Pământului încărcături de ordinul zecilor sau sutelor de kilograme [3].

Prin raportare la greutatea încărcăturii utile, este cunoscut un vehicul construit recent, concept japonez, al cărui obiectiv este transportul unei încărcături de dimensiuni mici, construit după modelul clasic, cu 3 perechi de rezervoare și 3 etape de ardere a combustibilului (3 stage-uri) [4].

3. Limitările soluțiilor actuale

Din Ecuația Rachetei reiese că „având în vedere stadiul actual, sarcina utilă reprezintă doar aproximativ 1% din greutatea unei rachete ideale, la lansare. Rachetele sunt extrem de ineficiente și costisitoare” [5].

În încercarea de a eluda neajunsurile exprimate în ecuația rachetei, eliminarea oricărui surplus de greutate devine extrem de important în economia zborului. Stadializarea arderii a apărut ca o soluție pentru ameliorarea acestor neajunsuri. Corpul rachetei este împărțit în multiple module, care sunt eliminate din sistem după finalizarea etapei de ardere a fiecărui „stage” din care face parte [6]. O altă soluție este supratehnologizarea, cu reducerea consecutivă a greutății, precum și reducerea semnificativă a costurilor, prin recuperarea parțială sau totală a modulelor. La ora actuală, cea mai ieftină opțiune de lansare orbitală are o eficiență de aproximativ 4.4%.

4. Scopul invenției

Obiectivul invenției de față se referă la un vehicul ce are capacitatea de transport a unei încărcături utile în orbite înalte cu greutatea sub valoarea greutății încărcăturii vehiculului de construcție japoneză antementionată, i.e. 10 kg. Propunem cel mai mic model de vehicul de transport și lansare orbitală, neexistând pe piață un model asemănător, conceptul fiind unic.

Invenția se referă la un sistem de propulsie destinat lansării orbitale și propulsiei spațiale pentru încărcătura utilă de dimensiuni mici. Acest obiectiv este atins prin ameliorarea unuia dintre neajunsurile prezentate în ecuația rachetei și anume transportul greutății „moarte”. Ca urmare a necesității de soluționare a acestei probleme, a apărut stadializarea funcțională și structurală a vehiculelor de transport orbital, în etape multiple de ardere. Această modificare presupune ca încărcătura utilă a unei etape inferioare de ardere să fie reprezentată de un alt vehicul independent. Acesta, la rândul său, are ca încărcătura utilă un al treilea vehicul independent și așa mai departe, în limita legilor fizicii și economiei.

Dezavantajul acestei modificări este reducerea cantității de combustibil raportat la masa totală a vehiculului, în comparație cu o singură etapă de ardere.

Avantajul acestei modificări este creșterea accelerației după fiecare etapă de ardere cu creșterea consecutivă a eficienței vehiculului datorită eliminării secvențiale a greutății moarte, creștere care mai mult decât compensează dezavantajul produs de renunțarea la o parte din combustibil pentru a obține module multiple.

Elementele constitutive ale vehiculului propus în inventia de fata sunt construite în așa manieră, încât, eficiența acestuia să fie optimizată folosind metoda modularizării pentru a crește numărul etapelor de ardere și înălțării consecutive a greutății moarte. Scopul invenției de fata este creșterea numărului etapelor de accelerare, cu îndepărtarea greutății moarte după fiecare etapă.

Prin acest design, se crește eficiența arderii combustibilului raportat la timpul total de funcționare al vehiculului.

5. Soluția oferită de invenție la problema stadiului actual al cunoașterii

Modelele actuale de modularizare ale vehiculelor destinate inserțiilor orbitale sunt bazate pe conceptul a trei, maxim patru etape de ardere. Luând în considerare raportul apropiat de greutate a fuselajului în comparație cu greutatea combustibilului și consumul unui procent semnificativ de combustibil în 10% inițiali din parcurs, conform ecuației rachetei, dezavantajul greutății moarte apare la scurt timp de la lansare. Pe măsura consumării combustibilului, greutatea moartă crește proporțional, până la epuizarea acestuia și încetarea propulsiei. Acesta este principalul dezavantaj al tehnologiei SSTO (Single Stage To Orbit). Variația accelerației respectă această curbă în cazul fiecărei etape de ardere, în funcție de caracteristicile următorului modul care se transformă din încărcătura utilă în vehicul.

Prin designul său inovativ, modelul propus în această invenție urmărește, în primul rând, creșterea eficienței totale prin implementarea a mai mult de cinci etape de ardere. Un dezavantaj intrinsec, al greutății moarte, este ameliorat semnificativ în funcționalitatea designului.

Un alt neajuns al modularizării este creșterea complexității tehnologice cu creșterea consecutivă a costurilor și dificultăților de realizare. Acest neajuns este rezolvat prin împărțirea vehiculului în unități-module standard (SRB, solid rocket booster) și compunerea funcțională a vehiculului, din aceste unități-module. Modulul „Ionut” este un propulsor de rachete cu combustibil solid (SRB), care are construcție minimalistă, adaptată strict necesităților de funcționare (referința patent „Ionut”). Prin designul său inovativ, invenția de fata urmărește construirea unui ansamblu format din aceste module de propulsie „Ionut” în care stage-urile structurale sunt împărțite suplimentar în etape diferite de accelerare cu eliminarea secvențială a tuturor modulelor epuizate. Această soluție ameliorează costurile și complexitatea tehnologică de fabricație a unui singur modul per etapă de ardere.

6. Descrierea detaliată a invenției

Structura prezentată în această invenție presupune un ansamblu de 50 de module de ardere standard și un modul superior (upper stage) (Referința „Fluieras”) care are construcția și funcționarea adaptată propulsiei extraatmosferice.

Ansamblul este alcătuit din 3 stage-uri structurale, ansamblate pe un schelet metalic de rezistență. Acest schelet de rezistență are design minimalist, adaptat funcției de susținere și stabilizare a modulelor și detasării modulelor epuizate. Invenția de față propune, ca inovație, utilizarea structurii de rezistență și pentru distribuția de energie electrică. Prin „distribuție de energie electrică” se face referința la faptul că modulele individuale vor fi conectate la sursa de curent cu ajutorul conductivității electrice a structurii de rezistență: cupru și/sau aliaje ale acestuia.

Considerăm un stage structural ca fiind alcătuit din module alăturate, la același nivel pe axa înălțimii. Stage-ul structural inferior, primul în secvența de aprindere, va avea ca și încărcătura utilă celelalte două stage-uri structurale, dispuse deasupra. Această structură permite, conform invenției, dispărerea greutății moarte secvențial, pe parcursul ascensiunii spre orbita de destinație. Supramodularizarea permite, conform invenției, secvențierea stage-urilor structurale în multiple stage-uri funcționale (de ardere).

Modulul upper stage are forma caracteristică pentru eficiența maximă a spațiului, fiind compartimentat pentru servirea funcțiilor: propulsor, construit pentru propulsie în atmosfera superioară și spațiul extraatmosferic, segmentat intern conform necesităților de spațiu a subansamblelor componente, cu segment pentru încărcătura utilă plasată superior, urmata descendent de segmentul acumulatorilor, apoi segmentul pentru ghidaj și avionica, rezervor de combustibil, rezervor oxidant și segmentul motorului.

Designul este conceput pentru variabilitatea numărului de module cu combustibil solid, include posibilitatea reconfigurării secvențierii numerice și de funcționare a SRB-urilor (fig.1 elementul B) în funcție de necesitățile de greutate și orbita de destinație.

Designul ia în calcul posibilitatea variației intensității arderii combustibilului solid, precum și temporizarea aprinderii diferențiate, conferind astfel manevrabilitate vehiculului.

Designul ia în calcul versatilitatea propulsiei motorului de combustibil lichid al upper stage-ului pentru a conferi o plajă mare de accelerare mare (de thrust) acces la destinații îndepărtate.

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei, cu un ansamblu de 50+1 module, in legatura cu figura 1.

Modulul upper stage (fig.1 elementul A) este proiectat pentru utilizarea combustibilului metan ce functioneaza in reactie chimica oxidativa cu oxigen: Segmentul superior (fig.1 elementul 1) cu sistem functional de fixare a incarcaturii utile si decalotare. Segmentul acumulatorilor (fig.1 elementul 2) cu functiile caracteristice pentru a sustine sistemul electric. Segmentul sistemului de ghidaj si control cu rezervoarele pentru RCS "reaction control systems" (fig.1 elementul 3). Segmentul rezervoarelor cu combustibil si oxidant, construit cu proprietatile caracteristice cunoscute si forma optima (fig.1 elementele 4 si 5), ce prezinta inovatia controlului presiunii combustibilului cu ajutorul unui sistem de vaporizare electric (fig.1 elementul 6a si 6b). Sistemul de vaporizare este alcatuit dintr-o rezistenta electrica si un plutitor. Segmentul motorului (fig.1 elementul 7). Restul modulelor SRB "Ionut" (fig.1 elementul B) utilizeaza combustibil solid.

Inaltimea unui modul cu combustibil solid determina si inaltimea primelor doua trepte (stages), compuse fiecare din 19 module SRB "Ionut". Distributia circulara in cazul propunerii "50+1" este 12-exterior, 6 interior, 1 central. Vehiculul are 3 stage-uri structurale si numar variabil de stage-uri functionale (etape de ardere). Primele doua trepte structurale sunt pe modelul 12-6-1 SRB "Ionut" iar al 3-lea este o combinatie 12 SRB "Ionut" + 1 modulul central, care este upper stage echipat cu motor hibrid chimic-ionic care functioneaza cu combustibil lichid (Fig.1, element A).

Autorii propun ca prim exemplu pentru realizarea inventiei, o configuratie de secventiere a propulsiei si eliminarii concomitente a greutatii moarte:

Configuratia: 19 (stage 1), 12-7(stage 2), 6-3-3-1(stage 3).

Treapta structurala 1 este alcatuita dintr-o singura treapta functionala (de ardere,accelerare). Toate cele 19 SRB "Ionut" functioneaza la intensitatea si durata optima pentru a servi scopul de atingere a unei viteze subsonice in momentul iesirii din cea mai mare parte atmosferei, la o inaltime de 13-15 km. Detasarea greutatii moarte a treptei structurale 1 este realizata cu ajutorul unui sistem electric-pirotehnice, in momentul incetarii treptei functionale. Detasarea structurii de rezistenta echivalenta primului stage structural este realizata impreuna cu restul SRB "Ionut" epuizate, intr-un ansamblu compact. Intregul stage structural 1 poate fi recuperat in forma compacta, cu ajutorul unor parasute.

Treapta structurala 2 este alcatuita din 2 trepte functionale. In plus fata de modulele SRB "Ionut" si structura de rezistenta, acest stage mai contine in alcatuirea si greutatea sa si sistemul electric necesar functionarii vehiculului, pana la acest nivel. Treptele functionale sunt consecutive in timp. La fel ca si in cazul treptei 1 structurale, in treapta 2 structurala, distributia modulelor este 12 exterior, 6 interior, 1 central. Prima secventa de functionare a acestui stage, implica utilizarea celor 12 module SRB "Ionut" externe pana la epuizare, urmata de eliminarea acestora din structura de rezistenta a stage-ului. Aceste SRB "Ionut" pot fi recuperate folosind parasute individuale montate pe fiecare dintre ele. In functie de parametri de viteza si siguranta, consecutiv, porneste a 2-a treapta functionala a acestui stage structural. In momentul incheierii acestei trepte functionale, atat cele 7 module SRB "Ionut" epuizate cat si structura de rezistenta impreuna cu sistemul electric ce a sustinut functionarea primelor 2 stage-uri, se detaseaza. Acest moment coincide cu pornirea urmatoarei trepte de functionare.

Treapta structurala 3 are alcatuire aparte prin faptul ca cele 12 module SRB "Ionut" externe sunt dispuse concentric in jurul unui modul central construit pentru propulsie extraatmosferica si viteze orbitale. Acest stage structural este divizat in patru trepte functionale. Consecutiv dupa incetarea etapei functionale precedente, incepe prima treapta functionala a stage-ului structural 3, cu pornirea concomitenta a 6 SRB "Ionut" pozitionate diametral opus si la distante simetrice. Concomitent cu pornirea celor 6 SRB "Ionut", porneste si motorul modulului central. Pornirea acestei trepte functionale reprezinta pregatirea pentru insertie orbitala a vehiculului. Acceleratia initiala a modulului superior central LUSi (Liquid Upper Stage ionic) este sustinuta mai intai, de secventa de functionare a 6 SRB "Ionut", urmata de doua secvente consecutive de functionare a cate 3 SRB "Ionut", in fiecare etapa. Incetarea primei trepte de functionare este reprezentata de epuizarea si eliminarea celor 6 SRB "Ionut" din structura. Aceste SRB "Ionut" pot fi recuperate folosind parasute individuale montate pe fiecare dintre ele. Consecutiv, se porneste urmatoarea etapa de functionare, sustinuta de 3 SRB "Ionut", pozitionate simetric. Incetarea celei de-a doua trepte de functionare din acest stage structural este reprezentata de expirarea si eliminarea celor 3 SRB "Ionut" din structura. Aceste SRB "Ionut" pot fi recuperate folosind parasute individuale montate pe fiecare dintre ele. Consecutiv, se porneste urmatoarea etapa de functionare, a 3-a din acest stage structural, sustinuta de 3 SRB "Ionut", pozitionate simetric. Incetarea celei de-a treia trepte de functionare este reprezentata de epuizarea si eliminarea celor 3 SRB "Ionut", impreuna cu intreaga structura de rezistenta si



auxiliarele ce au sustinut vehiculul pana la acest nivel, cu eliberarea completa a modului central. Modulul central reprezinta un vehicul cu constructie adaptata functionarii extraatmosferice si viteze orbitale. Ultima etapa de functionare (a saptea), care incepe odata cu epuizarea si detasarea ultimelor 3 SRB-uri, este reprezentata de accelerarea pana la viteza de orbitare si atingerea apogeului, urmand ca circularizarea orbitei sa fie realizata de LUS. Designul inovativ al motorului upper stage-ului (referinta patent "Fluieras"), permite oprirea si pornirea cvasiinstantanee a motorului.

7. Avantajele modelului experimental prezentat în inventie

Interventia in ecuatia rachetei, prin supramodularizare si indepartarea secventiala a greutatii "moarte" are principalul avantaj total de eficientizare marcata a consumului de combustibil. Aceasta se traduce prin cresterea timpului total de functionare.

Suma avantajelor productiei in serie: ansamblul descris, conform inventiei, este realizabil, prin constructie "in serie", in linii de asamblare.

Scaderea nivelului tehnologic necesar construirii vehiculului are ca efect scaderea consecutiva a costurilor de productie in masa.

Avantajul unei oferte flexibile de destinatii. Vehiculul prezentat, conform inventiei, este proiectat pentru o plaja larga de destinatii orbitale prin versatilitatea configuratiei de lansare in functie de necesitatile de greutate a incarcaturii utile si de destinatie.

Fiabilitate crescuta datorita posibilitatii perfectionarii productiei in serie.

Manevrabilitate si insertie orbitala precisa datorita posibilitatii de crestere sau scadere a intensitatii acceleratiei prin variatia intensitatii arderii combustibilului solid, precum si prin temporizarea aprinderii diferite. Vehiculul prezinta abilitatea de crestere sau diminuare a acceleratiei, conform abilitatilor implicite ale modulelor "Ionut" si Liquid Upper Stage constituate (conform inventiilor "Ionut" si "Fluieras").

Avantaj financiar si timpi de realizare accesibili prin reducerea complexitatii si costurilor de realizare, inlocuind sistemele clasice de presurizare a combustibilului lichid cu un sistem minimalist electric.

Avantajul determinat de abilitatea, conform inventiei, de posibila recuperare controlata a greutatii moarte si reciclabilitatea acesteia, avand ca rezultat ameliorarea incadrarii vehiculului in normele de igiena atat a mediului terestru cat si orbital.

Avantajul financiar major determinat de posibilitatea sustinerii unei cadente ridicate de lansari datorita constructiei "in serie", avand ca rezultat cresterea accesibilitatii la spatiu pentru incarcaturi utile de dimensiuni mici.

Riscuri minime in caz de functionare necorespunzatoare.



BIBLIOGRAFIE

1. http://newton.phys.uaic.ro/data/pdf/Mecanica_clasica.pdf
2. https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/rocket/TRCRocket/rocket_principles.html
3. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-sends-cubesats-to-space-on-first-dedicated-launch-with-us-partner-rocket-lab>
4. <http://spaceflight101.com/japan-ss-520-5-launch-success/>
5. <https://www.spacelaunchreport.com/ss520.html>
6. <https://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/rocket/rktpow.html>
7. <https://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/rocket/rktstage.html>



REVENDICĂRI

1. Ansamblul "50+1", in care modulele constituate ale fiecarui stage sunt dispuse circular in jurul unui modul central, in dispozitie: 1 central, 6 dispuse circular, 12 dispuse circular extern iar upper stage are dispozitie 12 circular in jurul 1 central.
2. Ansamblu conform revendicarii 1, in care structura de rezistenta este utilizata pentru distributia energiei electrice catre modulele individuale
3. Ansamblu conform revendicarii 1, in care modulele constituate sunt pornite, mentinute si controlate prin conectarea sistemului electric la sistemul de evaporare a combustibilului.
4. Ansamblu conform revendicarii 1, in care modulul "Liquid upper stage" prezinta un sistem de presurizare a combustibilului cu ajutorul unei rezistente electrice.
5. Ansamblu conform revendicarii 1, in care modulele detasate sunt recuperabile cu ajutorul unor parasute manevrabile.



DESENE EXPLICATIVE

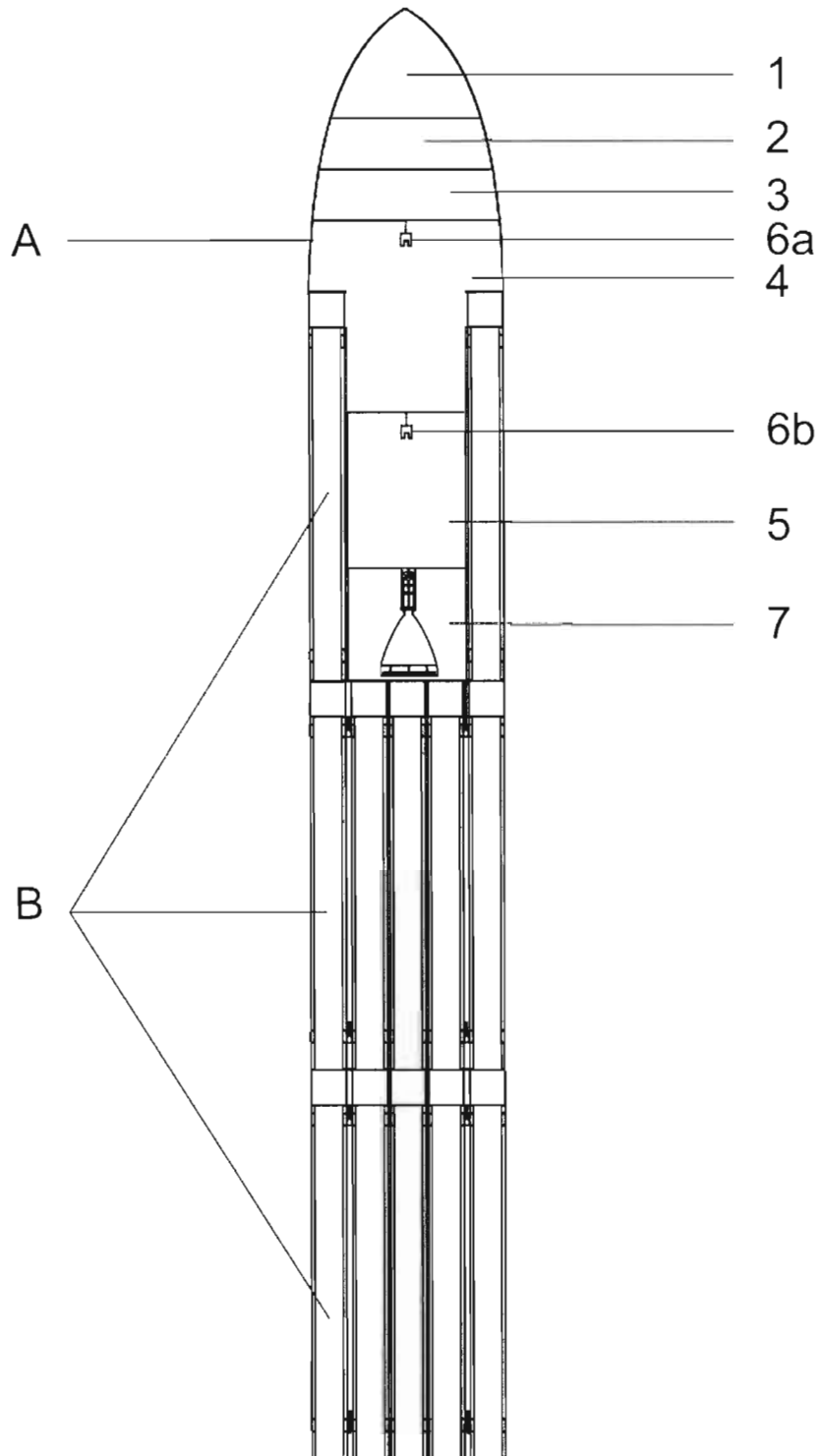


Figura 1

[Handwritten signatures]