



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00570

(22) Data de depozit: 16/09/2019

(41) Data publicării cererii:
30/03/2021 BOPI nr. 3/2021

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2,
TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:
• SZABO ROLAND, STR. ION ROATĂ,
BL. B110, SC.A, ET.3, AP.11, TIMIȘOARA,
TM, RO

(54) GENERARE DE GRAVITAȚIE ARTIFICIALĂ PRIN ROTAȚIE
ÎN SPAȚIUL COSMIC UTILIZÂND NAVA SPAȚIALĂ CARE
URMEAZĂ O TRAIECTORIE DE ZBOR ELICOIDALĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de generare a gravitației artificiale prin rotație în spațiul cosmic utilizând o navă spațială care urmează o traiectorie de zbor elicoidală ce permite și avansarea navei spațiale, metoda bazându-se pe un sistem de control în buclă și pe calcularea unei serii de parametri, cum ar fi forța centrifugă, forța centripetă, efectul Coriolis.

Revendicări: 1
Figuri: 2

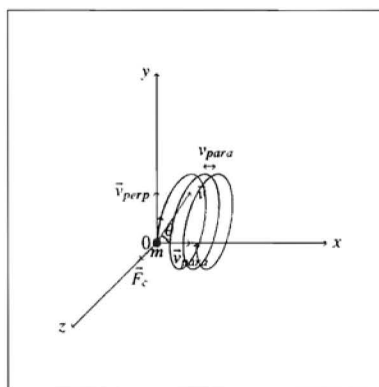


Fig. 2



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. a	2019 00570
Data depozit	16-09-2019

GENERARE DE GRAVITAȚIE ARTIFICIALĂ PRIN ROTAȚIE ÎN SPAȚIUL COSMIC UTILIZÂND NAVA SPAȚIALĂ CARE URMEAZĂ O TRAIECTORIE DE ZBOR ELICOIDALĂ

Una dintre marile probleme ale călătoriei spațiale pe distanțe lungi este lipsa gravitației, prin urmare o metodă de generare a gravitației artificiale ar fi obligatorie în explorările spațiale viitoare. Sunt cunoscute multe efecte negative asupra corpului uman atunci când este expus gravitației zero. Crearea gravitației artificiale este obligatorie pentru sănătatea astronautilor în misiuni spațiale pe termen lung. O metodă de generare de gravitație artificială se poate realiza prin rotație. În acest fel se poate genera gravitate artificială, dar nava spațială nu ar înainta. Pentru că nava spațială să avanseze, este necesar să facă rotație în formă de cerc, dar și o mișcare pe axa Oz, cu alte cuvinte nava spațială trebuie să facă o mișcare urmând o traiectorie de zbor elicoidală.

Este cunoscută invenția cu numărul WO2019035732 intitulată "*Orbiting Studio with Artificial Gravity*" care descrie un habitat care zboară pe orbită și are gravitație artificială.

Este cunoscută invenția cu numărul WO2014145733 intitulată "*System & Method for Artificial Gravity Fueled Fluid Dynamic Energy Generator/Motor*" care descrie un sistem și o metodă pentru un generator/motor cu energie dinamică fluidă alimentată de gravitație artificială.

Este cunoscută invenția cu numărul WO8905194 intitulată "*Artificial Gravity Intracellular Molecular Extraction*" care descrie o extracție moleculară intracelulară cu gravitație artificială.

Este cunoscută invenția cu numărul WO8804322 intitulată "*Artificial Gravity Cellular Molecular Injection*" care descrie o injecție moleculară celulară cu gravitație artificială.

Este cunoscută invenția cu numărul EP0229163 intitulată "*Space Living Quarters Having Artificial Gravity Environment*" care descrie încăperi de trai în spațiu, care au un mediu cu gravitație artificială.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este aceea de a realiza o metodă de generare gravitație artificială în nave spațiale prin rotație utilizând o traiectorie de zbor elicoidală.

Generarea de gravitație artificială în nave spațiale conform invenției este realizat prin rotație utilizând o traiectorie de zbor elicoidală.

Lipsa gravitației poate provoca probleme serioase de sănătate pentru călătorii în spațiu. Lipsa gravitației poate provoca atrofie musculară sau boli serioase ale inimii. Mai de mult astronautii stăteau un timp îndelungat în imponderabilitate, dar mia nou s-a făcut un acord de a nu lăsa astronautii în spațiu mai mult de trei luni, din cauza problemelor de sănătate provocate de lipsa gravitației. Cum pot ajunge astronautii pe Marte, dacă doar călătoria pentru a ajunge acolo, este în jur de șase luni? După aceea, astronautul ar trebui să rămână acolo timp de doi ani (într-o gravitație mai mică ca pe Pământ) pentru ca Pământul și Marte să se alinieze, pentru a fi aproape unul de altul. După aceasta, ar mai trebui alte șase luni de a sta în spațiu, pentru

călătoria de întoarcere. Astronauții ruși care au petrecut chiar și un an în gravitate zero, erau adesea purtați pe tărgi, pentru că nu puteau să meargă, aveau mușchii atrofiați. Jogging-ul pe bandă de alergat din spațiu, nu este suficient. Lipsa de gravitație este o mare problemă în spațiu, poate cea mai mare problemă, care trebuie rezolvată pentru a face posibilă zborurile pe termen lung și la distanță mare pentru omenire.

Realizarea practică este posibilă calculând anumiți parametri și utilizând formulele de mai jos.

Cea mai bună metodă de generare a gravitației artificiale este prin rotație, dar pentru a face ca nava spațială să avanseze, este necesară folosirea unei traiectorii de zbor în formă elicoidală.

Se știe că atunci când o navă spațială se rotește cu o anumită viteză, există forță centrifugă, care, dacă este suficient de mare, poate acționa similar cu forța gravitațională.

Rotația navei spațiale se poate comporta similar cu forța gravitațională, însă cu unele diferențe.

Pe lângă forța centrifugă, există o forță centripetală, care acționează opus forței centrifuge. Pentru o viteză unghiulară constantă, forța centripetală este direct proporțională cu raza rotației. Pentru o rază mică, gravitația simțită la picioare ar fi diferită semnificativ de gravitația simțită la cap. Aceasta poate fi corectată cu rază de rotație mare.

Există, de asemenea, un efect Coriolis, care este o forță aparentă, care tinde să acționeze în sens opus navei spațiale. Aceste forțe acționează și asupra oamenilor din interiorul navei spațiale și le-ar împinge în sens opus direcției de rotire. Aceste forțe acționează asupra urechii interne a astronauților, provocând amețeli, dezorientare sau chiar rău, adesea percepută cu senzație de vomă. Pentru a scăpa de această problemă, se poate face reducerea vitezei unghiulare, dar pentru a păstra forța gravitațională, trebuie crescută raza de rotație. Pentru ca aceste forțe să acționeze benefic pe corpul uman, a fost testat faptul că o viteză de rotație de **2 rpm** sau mai puțin nu au efecte adverse asupra astronautului.

Gravitația artificială generată prin rotație poate fi exprimată prin ecuația (1).

$$r = g_a \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 \quad (1)$$

Pentru a obține aceeași gravitație artificială ca gravitația standard, cele două pot fi egale ca și cum se vede pe ecuația (2).

$$g_a = g_0, \quad g_0 = 9.80665 \text{ m/s}^2 \quad (2)$$

Pentru ca astronauții să nu simtă amețeală, dezorientare sau chiar senzație de vomă din cauza rotației navei spațiale, rotația habitatului trebuie setată la 2 rpm sau mai puțin, aceasta înseamnă o perioadă de rotație de 30 s așa cum rezultă din ecuația (3).

$$T = 2 \text{ rpm} = 30 \text{ s} \quad (3)$$

Din datele anterioare, se poate calcula raza navei spațiale care se rotește în jurul centrului de rotație, aceasta este de cel puțin 224 m așa cum este prezentat în ecuația (4).

$$r = 223.56 \text{ m} \cong 224 \text{ m} \quad (4)$$

Pentru a crea gravitație artificială, nava spațială trebuie să se rotească într-un cerc (Fig.1), însă cu acest tip de mișcare, nava spațială nu poate avansa.

Ecuția unui cerc poate fi exprimată prin ecuația (5).

$$(x - m)^2 + (y - n)^2 = r^2 \quad (5)$$

Ecuția parametrică a unui cerc poate fi exprimată prin ecuația (6).

$$\begin{cases} x(t) = m + r \cos(t) \\ y(t) = n + r \sin(t) \end{cases} \quad (6)$$

O rotație a navei spațiale ar putea fi uneori aproximată cu o elipsă, în locul unui cerc. Ecuția unei elipse poate fi exprimată prin ecuația (7).

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (7)$$

Ecuția parametrică a unei elipse poate fi exprimată prin ecuația (8).

$$(x, y) = (a \cos t, b \sin t), \quad 0 \leq t < 2\pi \quad (8)$$

Forțele aplicate asupra navei spațiale în timpul rotației pentru obținerea gravitației artificiale sunt prezentate în Fig. 2. Putem compara, mișcarea navei spațiale, pe o traiectorie de zbor elicoidală, cu mișcarea unei particule încărcate într-un câmp magnetic.

Forța centrifugă, conform celei de-a doua legi a mișcării lui Newton, poate fi exprimată prin ecuația (9).

$$\vec{F}_c = m\vec{a}_c \quad (9)$$

Obținerea vitezei unghiulare și a vitezei centrifuge din accelerația centrifugă este prezentată în ecuația (10).

$$m\omega^2 r = \frac{mv_c^2}{r} \quad (10)$$

Forța gravitațională poate fi exprimată prin ecuația (11).

$$\vec{G} = m\vec{g}_0 \quad (11)$$

Pentru a avea aceeași gravitație artificială în nava spațială ca și pe Pământ, forța centrifugă ar putea fi egală cu forța gravitațională, așa cum se poate vedea în ecuația (12).

$$\vec{F}_c = \vec{G} \quad (12)$$

Din supozițiile anterioare se poate obține viteza centrifugă, așa cum se vede în ecuația (13).

$$v_c = \sqrt{r g_0} \quad (13)$$

Viteza centrifugă poate fi calculată cunoscând raza minimă de rotație ($r = 224 \text{ m}$) a navei spațiale, pentru a evita efectul Coriolis asupra astronauților, și gravitația standard ($g_0 = 9.80665 \text{ m/s}^2$), așa cum se vede în ecuația (14).

$$v_c = 46.87 \text{ m/s} = 168.73 \text{ km/h}, \quad r = 224 \text{ m}, \quad g_0 = 9.80665 \text{ m/s}^2 \quad (14)$$

Pentru ca nava spațială să avanseze, ar trebui să se miște pe traiectorie de zbor elicoidală. Ecuația parametrică a unei traiectorii elicoidale poate fi exprimată prin ecuația (15).

$$\begin{cases} x(t) = r \cos(t) \\ y(t) = r \sin(t) \\ z(t) = st \end{cases} \quad (15)$$

Funcția de poziție a navei spațiale este prezentată prin ecuațiile (16) și (17).

$$\mathbf{p}(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k} \quad (16)$$

$$\mathbf{p}(t) = r \cos(t)\mathbf{i} + r \sin(t)\mathbf{j} + st\mathbf{k} \quad (17)$$

Vectorul vitezei navei spațiale la momentul t este prezentat prin ecuațiile (18) și (19).

$$\mathbf{v}(t) = \mathbf{p}'(t) = x'(t)\mathbf{i} + y'(t)\mathbf{j} + z'(t)\mathbf{k} \quad (18)$$

$$\mathbf{v}(t) = -r \sin(t)\mathbf{i} + r \cos(t)\mathbf{j} + s\mathbf{k} \quad (19)$$

Vectorul de accelerație al navei spațiale în mișcare la momentul teste prezentat prin ecuațiile (20) și (21).

$$\mathbf{a}(t) = \mathbf{v}'(t) = x''(t)\mathbf{i} + y''(t)\mathbf{j} + z''(t)\mathbf{k} \quad (20)$$

$$\mathbf{a}(t) = -r \cos(t)\mathbf{i} - r \sin(t)\mathbf{j} \quad (21)$$

Viteza navei spațiale în mișcare la momentul t este prezentată prin ecuațiile (22) și (23).

$$v(t) = |\mathbf{v}(t)| = \sqrt{(x'(t))^2\mathbf{i} + (y'(t))^2\mathbf{j} + (z'(t))^2\mathbf{k}} \quad (22)$$

$$v(t) = \sqrt{(-r \sin(t))^2 + (r \cos(t))^2 + s^2} \quad (23)$$

Din relațiile anterioare se poate obține viteza navei spațiale în mișcare. Dacă avem o rază mare de rotație și distanța dintre spire a traiectoriei zbor elicoidală, nu este foarte de mare, putem presupune că $s < r$, astfel s poate fi ignorat, așa cum este prezentat în ecuația (24).

$$v = \sqrt{r^2 + s^2} \cong \sqrt{r^2} = r \quad (24)$$

Viteza navei spațiale în mișcare pentru o rază cunoscută ($r = 224 \text{ m}$), este prezentată în ecuația (25).

$$v = 224 \text{ m/s} = 806.4 \text{ km/h}, r = 224 \text{ m} \quad (25)$$

Pentru a obține componentele perpendiculare și paralele ale vitezei navei spațiale în mișcare se poate scrie ecuația (26).

$$\begin{cases} v_{perp} = v \sin \theta \\ v_{para} = v \cos \theta \end{cases} \quad (26)$$

De exemplu, atunci când $\theta = 60^\circ$, viteza perpendiculară și paralelă a navei spațiale în mișcare poate fi exprimată prin ecuația (27). Viteza perpendiculară este componenta laterală a vitezei navei spațiale în mișcare. Viteza paralelă este componenta față a vitezei. Componenta paralelă este, de asemenea, viteza de înaintare a navei spațiale.

$$\begin{cases} v_{perp} = 194.88 \text{ m/s} = 701.57 \text{ km/h} \\ v_{para} = 112 \text{ m/s} = 403.2 \text{ km/h} \end{cases}, \theta = 60^\circ \quad (27)$$

Rezultatele vitezei calculate mai sus, pot fi ajunse de o navă spațială. În felul acesta, utilizarea unei traiectorii de zbor în formă elicoidală ar putea fi folosită pentru mișcarea unei nave spațiale, pentru a obține un fel gravitație pământescă și pentru a mișca nava spațială și înainte. Marea diferență dintre cele două rezultate, viteza centrifugă a navei spațiale ($v_c = 46.87 \text{ m/s}$) și viteza mișcării navei spațiale pe o traiectorie de zbor elicoidală ($v = 224 \text{ m/s}$) se datorează faptului că în cazul rotației nava spațială nu înaintează, dar în cazul mișcării pe o traiectorie de zbor elicoidală, nava spațială avansează. Rotirea într-un cerc creează gravitație artificială, dar nava spațială practic nu înaintează.

Noutatea invenției este de a genera gravitație artificială în spațiu ne fiind necesară realizarea unei nave spațiale, de formă circulară, cu rază de minim 224 m , care ar fi foarte dificil de lansat în spațiu, ci pur și simplu de a roti nava în cerc pentru gravitație, dar pentru a crea și o avansare a navei spațiale, rotirea trebuie decalată puțin, astfel traiectoria de zbor se transformă din cerc în traiectorie elicoidală.

Generarea de gravitație artificială în nave spațiale prin rotație utilizând o traiectorie de zbor elicoidală conform invenției asigură:

- Generare de gravitație artificială realizând o rotație a navei spațiale, acesta având o traiectorie de zbor elicoidală, rotația pe cerc generează gravitație, iar traiectorie de zbor elicoidală face posibilă și avansarea navei.
- Nu trebuie modificat nimic la navele spațiale curente, nu trebuie create nave spațiale noi, de formă circulară, cu rază de minim 224 m , trebuie doar realizată

rotația navelor spațiale curente și trebuie implementat un sistem control în buclă, care face posibilă zborul navei spațiale pe o traiectorie elicoidală.

NOTAȚII

r = raza de la centrul de rotație (m);

g_a = gravitație artificială (m/s^2);

T = perioada navei spațiale rotitoare (s);

g_0 = gravitația standard ($g_0 = 9.80665 m/s^2$);

x, y, z = coordonate;

t = timp (s);

(m, n) = coordonatele centrului unui cerc;

a = axa semi-majoră a unei elipse;

b = axa semi-minoră a unei elipse;

F_c = forța centrifugă;

a_c = accelerația centrifugă;

G = forța gravitațională;

m = masa navei spațiale (kg);

ω = viteza unghiulară (rad/s);

v_c = viteza centrifugă (m/s);

v = viteza (m/s);

v_{para} = viteza (paralelă) față (m/s);

v_{perp} = viteza (perpendiculară) laterală (m/s);

θ = unghiul între v și v_{para} ($^\circ$);

s/r = panta unei forme elicoidale;

$2\pi s$ = distanța între spire a unei forme elicoidale (m);

$\mathbf{p}(t)$ = funcția de poziție;

$\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ = vectori unitate;

$\mathbf{v}(t), v(t)$ = vectorul de viteză, viteza navei spațiale în mișcare;

$\mathbf{a}(t)$ = vectorul de accelerație a navei spațiale în mișcare.

Se dă în continuare descrierea invenției utilizând figurile următoare, care reprezintă:

- Figura 1. Forța centrifugă aplicată pe o navă spațială rotativă pentru a crea gravitația artificială a habitatului;
- Figura 2. Vectorii de viteză ale navei spațiale, care se deplasează pe o traiectorie elicoidală, pentru a genera gravitație artificială în habitat.

REVENICĂRI

Generare de gravitație în nave spațiale prin rotație utilizând o traiectorie de zbor elicoidală. Modul de realiza gravitația artificială în nava spațială este de a implementa un sistem de control în buclă, care poate realiza rotația navei spațiale și îl poate dirija pe o traiectorie de zbor elicoidală, astfel încât nava face și avansare. Prin acest sistem nu este necesară reinventarea navelor spațiale și realizare a navelor spațiale de raze de minim 224 m, a căror lansare în spațiu ar fi foarte dificilă. Acest sistem este **caracterizat prin aceea că** pentru a genera gravitație artificială se face deplasarea navei pe o traiectorie de zbor elicoidală, astfel încât nava spațială să facă și avansare.

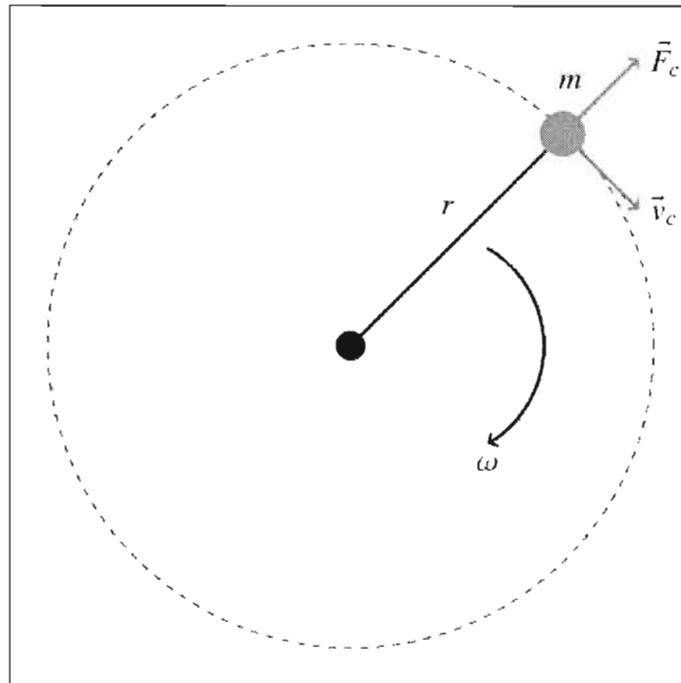


Figura 1

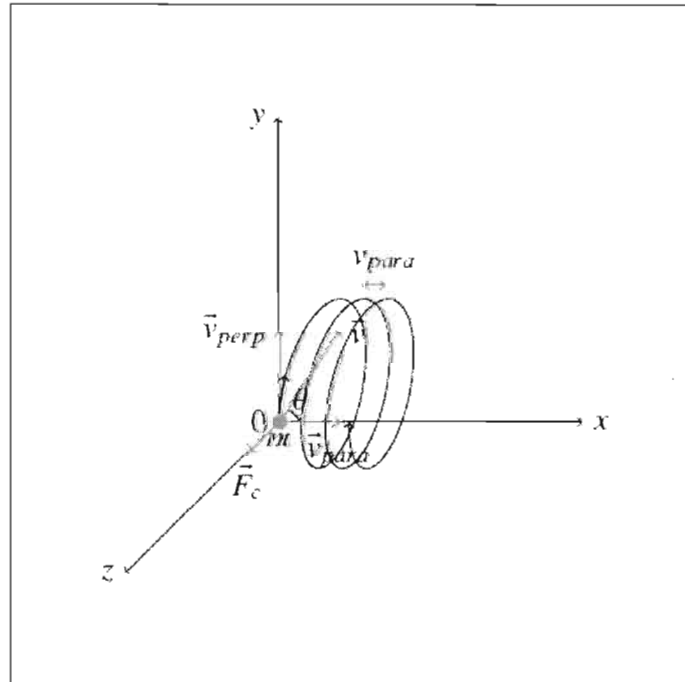


Figura 2