



(11) **RO 130370 B1**

(51) **Int.Cl.**

**F16D 27/01** (2006.01);

**F16D 27/06** (2006.01);

**H02K 49/10** (2006.01)

(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 01025**

(22) Data de depozit: **20/12/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/02/2019** BOPI nr. **2/2019**

(41) Data publicării cererii:  
**30/06/2015** BOPI nr. **6/2015**

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE - CA,  
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **TEIȘANU ARISTOFAN ALEXANDRU,  
STR.PĂDUROIU NR.3, BL.B25, SC.1, AP.1,  
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **IORDACHE IULIAN, STR.BUJORILOR  
NR.3, BL.B 20, SC.2, ET.2, AP.8,  
MĂGURELE, IF, RO;**

• **STANCU NICOLAE,  
STR. DONEA DIANA ALEXANDRA NR. 4  
BL. N18 SC. 3 ET. 3 AP. 28 SECT. 4,  
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **IORDOC MIHAI, ALEEA TERASEI NR.4,  
BLE 2, SC.2, ET.1, AP.28, SECTOR 4,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**WO 2008127487 A1; US 3822390;  
US 4594844**

(54) **AMBREIAJ PLANAR PE BAZĂ DE CURENȚI TURBIONARI**



# RO 130370 B1

1           Invenția se referă la un ambreiaj planar pe bază pe curenți turbionari, fără contact  
mecanic, destinat proceselor de prelucrare în care este necesară aplicarea unei tensiuni  
3           mecanice în fire, în vederea obținerii de produse semifabricate sau produse finite.

5           Se cunosc mai multe tipuri de ambreiaje care sunt utilizate curent în aceste aplicații;  
cele mai importante tipuri sunt:

- 7           - ambreiajele mecanice cu fricțiune umedă sau uscată;
- ambreiajele hidraulice.

9           Ambreiajele mecanice sunt cele mai simple constructiv, și constau din două suprafețe  
tangente, care se află în contact nemijlocit sau prin intermediul unei piese intermediare. Forța  
de frecare ce se dezvoltă se bazează pe frecarea de alunecare, rezultată în urma aplicării  
11          unei presiuni între cele două suprafețe, prin intermediul unui resort elastic. Cel mai adesea  
suprafețele aflate în contact sunt de formă discoidală, și sunt separate prin intermediul unei  
13          piese confecționate dintr-un material cu coeficient mare de frecare (ferodou). În acest caz,  
forța de frânare, care este dezvoltată între cele două suprafețe aflate în mișcare de rotație  
15          relativă una față de alta, este proporțională cu presiunea și cu coeficientul de frecare dintre  
suprafețele aflate în contact, fiind independentă de viteza unghiulară relativă. În realitate,  
17          datorită variației coeficientului de frecare cu temperatura, forța de frânare depinde de viteza  
unghiulară relativă. În cazul în care forța de frânare trebuie să fie menținută timp îndelungat,  
19          există și sisteme de ambreiere umede, la care ungerea se face cu uleiuri minerale aditivate,  
prin intermediul unui disc ungător. Acest tip de ambreiaj nu are în componență materiale cu  
21          coeficient mare de frecare, și, deși principal, este identic cu ambreiajul mecanic uscat, forța  
de frânare se obține prin frecarea oțel pe oțel sau oțel pe fontă. În ambele cazuri, varierea  
23          forței de frânare se realizează prin varierea presiunii dintre suprafețele aflate în mișcare  
relativă, prin comprimarea sau decomprimarea resortului elastic. Limitele de variație sunt  
25          mici (de până la 5 ori valoarea minimă).

            Ambreiajele hidraulice sunt de două tipuri:

- 27          - cu ulei mineral;
- cu fluid magnetic.

29          Ambreiajele cu ulei mineral funcționează pe baza unor gradienti de viteză mari, ce  
se obțin între piese aflate în mișcare de rotație relativă una față de alta, care determină  
31          frecări interne în lichidul în care se află imersate. Forța de frânare ce se generează astfel  
poate fi variată prin modificarea distanței dintre piesele aflate în mișcare, între limite relativ  
33          largi (de până la 20 de ori valoarea minimă).

            Ambreiajele cu fluid magnetic au o construcție asemănătoare, cu deosebirea că  
35          variația forței de frânare se realizează prin modificarea viscozității dinamice a fluidului  
magnetic în care se află imersate piesele aflate în mișcare relativă una față de alta.  
37          Modificarea viscozității se realizează cu ajutorul unui câmp magnetic care străbate fluidul  
magnetic, de obicei orientat paralel cu axa de rotație. Câmpul magnetic variabil se obține cu  
39          ajutorul unei solenății corespunzătoare.

            Se cunoaște din stadiul tehnicii documentul **WO 2008127487 A1**, care dezvăluie un  
41          sistem de transfer de cuplu, format dintr-o primă carcasă alcătuită din material diamagnetic,  
o multitudine de magneți dispuși în interiorul primei carcase pe o direcție circumferențială,  
43          un prim arbore rotativ conectat la prima carcasă, o a doua carcasă formată din material  
diamagnetic cu o a doua multitudine de magneți dispuși în interiorul celei de a doua carcase,  
45          de-a lungul unei direcții circumferențiale, și un al doilea arbore rotativ conectat la a doua  
carcasă, între fețele celor două carcase formându-se un spațiu, obținându-se un transfer de  
47          cuplu între cei doi arbori datorită câmpului magnetic format între cele două carcase.

# RO 130370 B1

De asemenea, se mai știe și documentul <b>US 3822390</b> , care dezvăluie un dispozitiv magnetic cu cuplu reglabil, pentru frânarea dinamică a unei bobine sau a altui element rotativ, format dintr-un magnet permanent multipol, cu polii sub formă de sectoare circulare, și o pereche de discuri cu circuite magnetice distanțate, amplasate unul în fața altuia, și coaxiale cu magnetul permanent, unul dintre discuri fiind conectat în mod operativ la elementul rotativ, discurile furnizând căi de flux între sectoarele de polaritate opusă, și astfel determină o rotație magnetică rezistentă la rotația relativă.	1 3 5 7
Tot în stadiul tehnicii se regăsește și documentul <b>US 4594844</b> , care dezvăluie un arbore de oprire pentru mașinile textile, în special mașinile de filare și răsucire, format dintr-un element de ambreiaj feromagnetic, alcătuit dintr-un disc circular, fiind montat axial între vârful tijei de oprire și garnitura de frână în spatele căreia este montat un electromagnet, garnitura de frână fiind realizată din material nemagnetic, și montată între polii unui magnet permanent.	9 11 13
Dezavantajele soluțiilor cunoscute sunt următoarele:	
În cazul ambreiajelor mecanice uscate, se constată următoarele deficiențe:	15
- imposibilitatea obținerii unor valori mici ale forței de frânare;	
- existența unei forțe de frânare statice, la pornire, mult mai mare decât valoarea de regim;	17
- uzură rapidă a părților aflate în contact; variația în timp a forței de frânare pe seama modificării coeficientului de frecare prin creșterea temperaturii;	19
- domeniu mic de variație a forței de frânare;	21
- imposibilitatea comandării de la distanță;	
- imposibilitatea automatizării;	23
- posibilitatea de gripare;	
- duranță mică.	25
În cazul ambreiajelor mecanice umede, se constată următoarele deficiențe:	
- variația forței de frânare odată cu creșterea temperaturii lichidului de ungere;	27
- existența unei forțe de frânare statice, la pornire, mult mai mare decât valoarea de regim;	29
- construcție complicată;	
- domeniu insuficient de variație a forței de frânare;	31
- existența unei forțe de frânare statice, la pornire, mult mai mare decât valoarea de regim;	33
- imposibilitatea comandării de la distanță;	
- imposibilitatea automatizării;	35
- duranță mică.	
În cazul ambreiajelor hidraulice cu ulei mineral, se constată următoarele deficiențe:	37
- construcție complicată;	
- domeniu insuficient de variație a forței de frânare;	39
- variația forței de frânare odată cu creșterea temperaturii uleiului;	
- imposibilitatea comandării de la distanță;	41
- imposibilitatea automatizării;	
- fiabilitate insuficientă.	43
În cazul ambreiajelor cu fluid magnetic, se constată următoarele deficiențe:	
- construcție complicată și scumpă;	45
- domeniu insuficient de variație a forței de frânare;	
- mentenanță dificilă și scumpă;	47
- fiabilitate insuficientă.	

# RO 130370 B1

1 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în obținerea unui domeniu foarte  
larg al cuplului de frânare al unui ambreiaj, și cu o disipare optimă a căldurii rezultate pe  
3 seama curenților turbionari.

5 Ambreiajul planar pe bază de curenți turbionari, conform invenției, înlătură  
dezavantajele menționate prin aceea că este alcătuit din virola corpului lagărului, în care se  
găsește lagărul cuplajului axial condus solidar cu fusul mosorului de depănare al firului de  
7 PAN (poliacrilonitril); coaxial cu piesa de cuplaj este montat axul cuplajului, la care, prin  
intermediul bucșei centratoare inferioare, este montat circuitul magnetic, iar pe circuitul  
9 magnetic, cu ajutorul șaipei centratoare, sunt montați magneții permanenți, în număr de  
patru; ansamblul format din circuitul magnetic, șaiba centratoare și magneții permanenți  
11 generează câmpul magnetic ale cărui linii taie discul de ambreiaj, care este montat pe axul  
motorului prin intermediul bucșei centratoare superioare pe cuplajul axial condus; ansamblul  
13 format din motor, bucșa centratoare superioară și discul de ambreiaj este asamblat cu virola  
corpului lagărului prin intermediul distanțierelor.

15 Avantajele invenției sunt următoarele:

17 - duranță foarte mare, practic limitată doar de durata de viață a motorului de  
acționare (>100.000 h);

19 - posibilitatea de automatizare și comandă de la distanță;

21 - domeniu foarte larg de variație a forței de frânare (de peste 5000 de ori față de  
valoarea minimă);

23 - disipare foarte bună a căldurii produse pe seama curenților Eddy, datorită modului  
de construcție (deschis, fără carcasă), nefiind necesară implementarea unui sistem de răcire;

25 - inexistența unei forțe de frânare statice la pornire.

27 Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, prezentată în figura ce  
reprezintă o secțiune prin ambreiajul planar pe bază pe curenți turbionari, conform invenției.  
Invenția este realizată în formă experimentală sub forma unui dispozitiv de frânare destinat  
obținerii unei tensiuni mecanice constante, într-un fir de PAN (poliacrilonitril) supus oxidării,  
în vederea prelucrării prin tratamente termice ulterioare până la fibra de carbon. Necesitatea  
29 aplicației se datorează deficiențelor întâmpinate la implementarea unor sisteme de frânare  
mecanice cunoscute, bazate pe fricțiune, la care s-au constatat următoarele deficiențe:

31 - imposibilitatea reglării exacte a tensiunii în firul textil;

33 - variația în timp a valorii tensiunii în fir, pe seama variației proprietăților mecanice ale  
suprafețelor în contact ale pieselor compunătoare ale sistemului de ambreiaj mecanic;

35 - imposibilitatea obținerii unor valori mici și constante ale tensiunii în firul textil;

37 - imposibilitatea automatizării.

39 Dispozitivul, ambreiaj planar pe bază pe curenți turbionari, conform invenției, este  
alcătuit din virola corpului lagărului **1**, în care se găsește lagărul cuplajului axial condus **2**  
solidar cu fusul mosorului de depănare al firului de PAN (poliacrilonitril). Coaxial cu piesa de  
cuplaj este montat axul cuplajului **3**, la care, prin intermediul bucșei centratoare inferioare **4**,  
este montat circuitul magnetic **5**, realizat din OL27. Pe circuitul magnetic, cu ajutorul șaipei  
41 centratoare **6**, sunt montați magneții permanenți din NdFeB, în număr de patru. Ansamblul  
format din circuitul magnetic **5**, șaiba centratoare **6** și magneții permanenți **7** generează  
43 câmpul magnetic ale cărui linii taie discul de ambreiaj **9**, confecționat din cupru electrotehnic,  
care este montat pe axul motorului **11** prin intermediul bucșei centratoare superioare **10**, pe  
45 cuplajul axial condus. Ansamblul format din motor, bucșa centratoare superioară și discul de  
ambreiaj este asamblat cu virola corpului lagărului prin intermediul distanțierelor **8**.

# RO 130370 B1

Dispozitivul, ambreiaj planar pe bază de curenți turbionari, conform invenției, prin construcția planară, permite eliminarea rapidă a căldurii generate prin efect Joule-Lentz în discul de ambreiaj. Pentru construcțiile de frână bazate pe curenți turbionari cu geometrie coaxială, eliminarea căldurii constituie o problemă. De asemenea, acest tip constructiv permite o întreținere foarte ușoară. Acest dispozitiv a fost realizat practic și implantat în cadrul instalației de grafitizare fibre de PAN (poliacrilonitril), unde funcționează de aproximativ 2 ani, fără probleme tehnice, și corespunde cerințelor tehnologice.

## Principiul de funcționare

Funcționarea dispozitivului, ambreiaj planar pe bază pe curenți turbionari, se bazează pe apariția unei forțe de frânare direct proporțională cu intensitatea curenților turbionari induși de câmpul magnetic generat de ansamblul format din circuitul magnetic și magnetii permanenți în discul de ambreiaj din cupru. Intensitatea curenților turbionari este proporțională cu viteza unghiulară relativă a discului de ambreiaj față de ansamblul format de circuit magnetic și magnetii permanenți, așa cum se observă din relația (1) din secțiunea „Considerente teoretice”. Deoarece viteza de depănare a firului de PAN de pe mosorul debitor este foarte mică, turația axului mosorului debitor poate fi considerată ca fiind nulă (2-5 rot.h<sup>-1</sup>). Forța de frânare obținută pe seama curenților turbionari poate fi reglată între limite foarte largi (1mN-5N), variind turația discului de ambreiaj cu ajutorul motorului de frânare în limitele 0,5 rot.min<sup>-1</sup>-4000 rot.min<sup>-1</sup>.

## Considerente teoretice

Ecuatiile care descriu teoria utilizată la explicarea generării curenților turbionari derivă din ecuațiile Maxwell:

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} + \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} - \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = \vec{J}$$

în care E este intensitatea câmpului electric [volt/m], B este inducția magnetică [T], H este intensitatea câmpului magnetic [amper.m<sup>-1</sup>], D este inducția electrică [coulomb.m<sup>-2</sup>], J este densitatea de curent [amper.m<sup>-2</sup>], iar t este timpul [s].

Pornind de la relația (1) se poate arăta că în vid sunt valabile următoarele ecuații:

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = 0 \quad \text{și} \quad \vec{\nabla} \times \vec{D} = \rho$$

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} \quad \text{și} \quad \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0}$$

în care ρ este densitatea de sarcină [coulomb.m<sup>-3</sup>], ε<sub>0</sub> este permitivitatea dielectrică a vidului [F.m<sup>-1</sup>], = 1·(4π·10<sup>9</sup>)<sup>-1</sup> = 8,854·10<sup>-12</sup> Farrad·m<sup>-1</sup>, iar μ<sub>0</sub> este permeabilitatea magnetică a vidului [henry·m<sup>-1</sup>], = 1,2566371 x 10<sup>-6</sup> henry·m<sup>-1</sup>.

Pentru un material izotrop și omogen, ecuațiile (1) devin:

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} + \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = 0; \quad \vec{\nabla} \times \vec{B} - \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \mu_0 \left( \vec{J} + \frac{\partial \vec{P}}{\partial t} + \vec{\nabla} \times \vec{M} \right)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = 0; \quad E = \frac{1}{\epsilon_0} (\rho - \nabla \times P) \quad (3)$$

# RO 130370 B1

1 în care P este polarizația și, respectiv, M este magnetizația mediului, și sunt definite de  
relațiile:

3 
$$P = D - \epsilon_0 E \text{ și } B = \mu_0 (H + M + M_0) \quad (4)$$

5 Astfel, ecuația (2) devine:

7 
$$D = \epsilon E \text{ și } H = \frac{B}{\mu} \quad (5)$$

9 în care  $\epsilon$  și  $\mu$  sunt permitivitatea dielectrică și, respectiv, permeabilitatea magnetică a  
mediului, și sunt date de relațiile:

11 
$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r \text{ și } \mu = \mu_0 \mu_r \quad (6)$$

13 în care  $\epsilon_r$  și  $\mu_r$  sunt constante de material.

15 Legea lui Ohm pentru un mediu omogen și izotrop are expresia:

17 
$$I = \frac{E}{R} \quad (7)$$

19 în care R este rezistența electrică a unui tub din mediul luat în considerație, în care se  
manifestă un câmp electric cu intensitatea E.

21 Intensitatea curentului I care va circula prin acest tub, având secțiunea S, va fi dată  
de relația:

23 
$$\vec{I} = \int_S J \cdot \vec{n} dS \quad (8)$$

25 în care n este vectorul unitar normal la suprafață, prin care trece curentul I.

27 Pentru cazul luat în considerare, al unui ambreiaj planar bazat pe curenți turbionari,  
lucrul mecanic pe seama schimbării ciclice a inducției magnetice într-un volum V de material  
va fi dat de relația:

31 
$$W = - \int_V dv \oint B \cdot dH \quad (9)$$

33 Inducția magnetică B în material va fi creată în acest caz de un câmp magnetic  
exterior, generat cu ajutorul unui dispozitiv ce cuprinde magneti permanenți de tip NdFeB și  
un circuit magnetic adecvat. Ținând seama de relația (5), ecuația (9) devine:

37 
$$W = - \int_V dv \left( \frac{1}{\mu} \oint B \cdot dB \right) \quad (10)$$

39 Se observă că este o relație neliniară, din cauza interdependenței dintre M,  $\mu$  și B.  
Puterea pierdută prin generarea de curenți turbionari în discul de ambreiaj  
confectionat dintr-un material bun conductor electric (cupru), cu care este proporțional cuplul  
de frânare, poate fi estimată cu ajutorul relației:

43 
$$P_e = \frac{\pi \delta f B_{\max}}{Ck} \quad (11)$$

45 în care  $\delta$  reprezintă grosimea discului de ambreiaj, f este frecvența variației ciclice  
47 a câmpului inductor în discul de ambreiaj, ce depinde de diferența de rotație dintre discul de  
ambreiaj și discul conducător, k este rezistivitatea materialului ( $K_{Cu} = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ ), iar C  
49 este un coeficient ce depinde de forma constructivă (proporțional cu suprafața ambreiajului  
traversată de câmpul magnetic având inducția  $B_{\max}$ ). Puterea pierdută, în cazul aplicației  
51 date, se va disipa sub formă de căldură în discul de ambreiaj.

# RO 130370 B1

## Revendicare

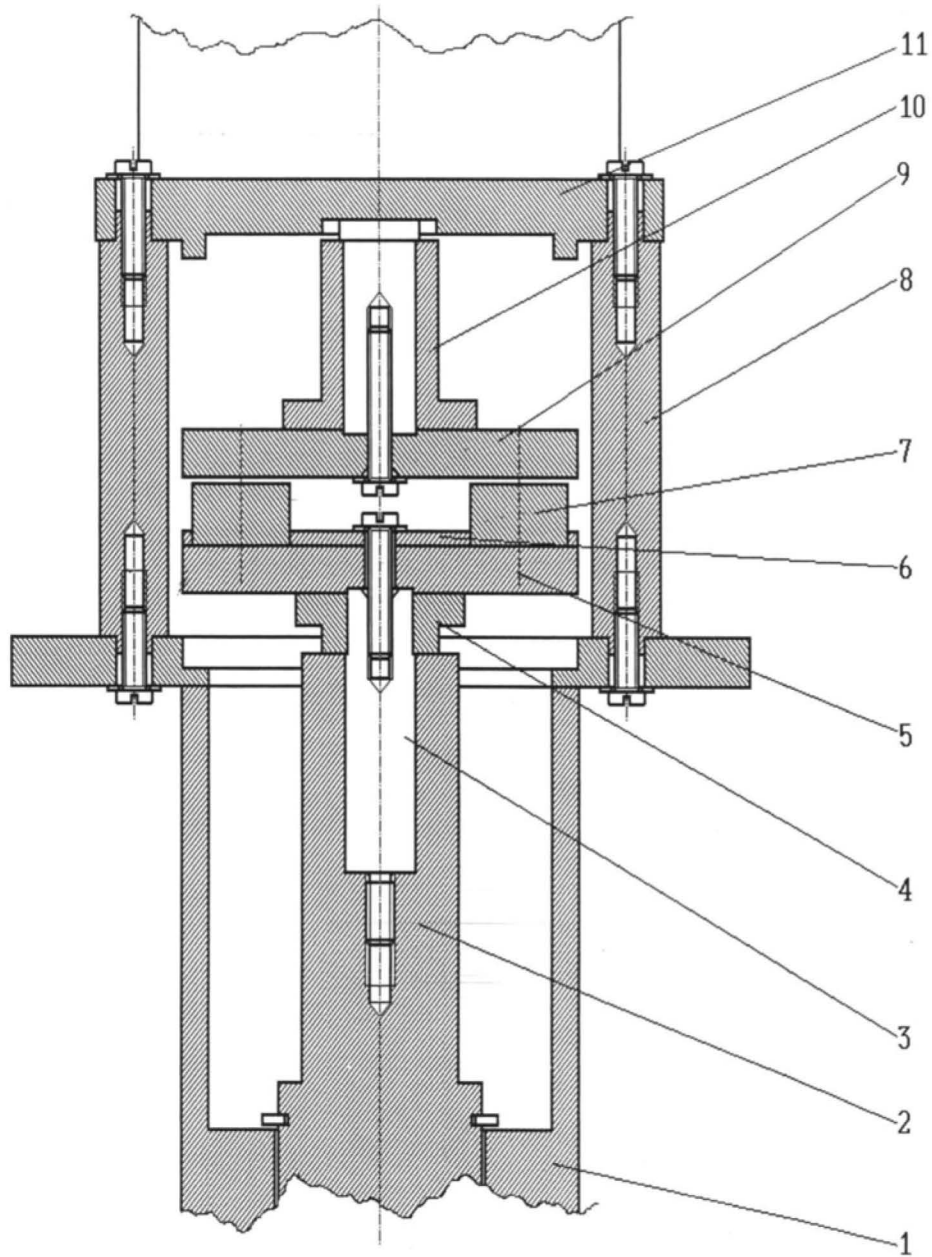
Ambreiaj planar pe bază de curenți turbionari, format dintr-un lagăr (2) al unui cuplaj axial condus, fixat într-o virolă (1) a corpului lagărului, lagărul (2) fiind solidar cu fusul unui mosor de depanare a firului de poliacrilonitril, un circuit magnetic (5) pe care sunt fixați niște magneți permanenți (7) prin intermediul unei șaibe centratoare (6), și un motor (11) de acționare, **caracterizat prin aceea că** circuitul magnetic (5) pe care sunt fixați patru magneți permanenți (7) este montat pe un ax (3) fixat coaxial cu lagărul (2) cuplajului axial condus, prin intermediul unei bucșe centratoare (4) inferioare, ansamblul format din circuitul magnetic (5), șaiba centratoare (6) și magneții permanenți (7) generând un câmp magnetic ale cărui linii taie un disc de ambreiaj (9) confecționat din cupru electrotehnic, și fixat pe axul motorului (11) prin intermediul unei bucșe centratoare (10) superioare, iar ansamblul format din motor (11), bucșa centratoare (10) superioară și discul de ambreiaj (9) este asamblat cu virola (1) corpului lagărului prin intermediul unor distanțiere (8).

(51) Int.Cl.

*F16D 27/01* (2006.01),

*F16D 27/06* (2006.01),

*H02K 49/10* (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 59/2019