



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00619**

(22) Data de depozit: **06/09/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/04/2024** BOPI nr. **4/2024**

(41) Data publicării cererii:  
**29/03/2019** BOPI nr. **3/2019**

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000 IHP -  
FILIALA INSTITUTUL DE CERCETĂRI,  
PENTRU HIDRAULICĂ ȘI PNEUMATICĂ,  
STR. CUȚITUL DE ARGINT NR. 14,  
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **DULGHERU VALERIU,  
STR. N. SPĂȚARUL MILESCU NR. 9,  
AP. 200, CHIȘINĂU, MD;**

• **DUMITRESCU IONAȘ CĂTĂLIN,  
STR. RĂUL DOAMNEI NR. 1, BL. M1, SC. A,  
ET. 3, AP. 22, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,  
RO;**  
• **DUMITRESCU LILIANA,  
STR. RĂUL DOAMNEI NR. 1, BL. M 1, SC. A,  
ET. 3, AP. 22, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,  
RO;**  
• **CRISTESCU CORNELIU,  
ȘOS. GIURGIULUI NR. 123, BL. 4B, SC. 3,  
ET. 4, AP. 96, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B,  
RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 2015/0365047 A1; US 8664511 B2;  
MD3810F1**

(54) **INSTALAȚIE FOTOVOLTAICĂ TIP "FLOAREA SOARELUI"**



# RO 133233 B1

1 Instalația fotovoltaică tip "floarea soarelui" se referă la instalațiile de conversie a  
energiei solare fotovoltaice, și în special, la instalațiile fotovoltaice pliabile cu auto-orientare.

3 Din documentul **US 2015/0365047 A1** se cunoaște un modul solar constituit din niște  
panouri solare lamelare montate pe un suport și care se rotesc în jurul unei axe comune.  
5 Suportul cuprinde o parte inferioară fixă și o parte superioară mobilă care sunt legate între  
ele printr-o articulație. Panourile solare lamelare pot să se rotească într-o primă fază, astfel  
7 încât să fie poziționate unul peste altul și o a doua fază, în care sunt dispuse în formă de  
evantai. Panourile solare lamelare sunt prinse de suport prin cabluri flexibile sau contacte  
9 glisante, inele de contact și care sunt legate la rândul lor de elemente pentru transmisia  
energiei electrice.

11 Se mai cunoaște din documentul **US 8664511 B2** un modul solar prevăzut cu niște  
panouri solare lamelare, care se rotesc în jurul unei axe comune, acestea sunt legate de un  
13 suport prevăzut cu un cap pivotant, care se rotește atât în jurul unei axe verticale cât și în  
jurul unei axe orizontale, astfel încât axa comună sau panourile solare lamelare să  
15 urmărească poziția optimă a soarelui. De asemenea, panourile solare lamelare pot fi  
prevăzute cu senzori speciali pentru orientarea automată către soare, de exemplu prin  
17 actuatoare, care vor alinia capul pivotant. Aceste actuatoare pot fi acționate de un motor  
electric, care pun în mișcare niște roți dințate prevăzute pe axa verticală și pe axa orizontală.

19 Documentul **MD3810F1** prezintă un panou solar pliant ce include o carcasă, formată  
din secțiuni, pe care sunt montate celule fotovoltaice. Secțiunile carcasei sunt executate în  
21 formă de sectoare de disc, unite între ele prin intermediul unei osii plasate în centrul razei  
de curbura a sectoarelor de disc cu posibilitatea suprapunerii acestora și a unor ghidaje  
23 plasate la periferia circulară a fiecărui sector de disc. Flanșele secțiunilor carcasei sunt  
legate între ele prin intermediul unor elemente executate din material cu memoria formei,  
25 care în stare activă formează cercul carcasei.

27 Problema tehnică obiectivă pe care o rezolvă invenția constă în orientarea optimă  
către soare a modulului solar, iar desfășurarea sau plierea panourilor fotovoltaice lamelare  
oferă protecție contra rafalelor de vânt puternice, dar și pentru ușurința transportării.

29 Invenția rezolvă problema tehnică prin aceea că, instalația cuprinde un modul  
fotovoltaic constituit din mai multe panouri fotovoltaice lamelare triunghiulare, având o  
31 carcasă semi-închisă, ce are posibilitatea de a se extinde și restrânge suprapunându-se  
perfect în formă de evantai, modulul este montat pe un ax de sprijin constituit dintr-o parte  
33 superioară mobilă și o parte inferioară fixă ce se află în interiorul unei carcase rotitoare și  
prinse între ele printr-o articulație ce permite rotirea modulului, unde fiecare panou fotovoltaic  
35 lamelar are dispus în interiorul carcasei, în zona deschisă a acesteia, un tub gofrat umplut  
cu un gaz, cu proprietăți de dilatare pronunțate la încălzire, montat pe o osie legată de flanșa  
37 următorului panou, pe care îl rotește la un anumit unghi prin niște bile dispuse în niște  
locașuri sferice aflate pe partea superioară, de asemenea panourile sunt prinse între ele,  
39 două câte două prin niște elemente elastice, iar deasupra acestora, fixat de partea  
superioară, este dispus un disc prevăzut cu niște lentile concave așezate astfel încât fiecare  
41 lentilă să coincidă cu poziția fiecărui tub gofrat, atunci când panourile sunt deschise, de  
asemenea pentru orientarea instalației, partea inferioară este prevăzută cu o roată dințată  
43 cu clichet legată de carcasa instalației printr-o osie și niște suprafețe de sprijin între care este  
dispus un tub gofrat, care este încălzit printr-o lentilă concavă instalată în carcasa instalației  
45 și care prin dilatarea tubului gofrat acționează osia, de asemenea o altă roată dințată cu  
clichet este prevăzută la baza părții inferioare, unde clichetul acesteia este fixat de carcasă  
47 și legat la un senzor de lumină, carcasa este prevăzută în partea superioară cu o suprafață  
profilată înclinată ce are dispuse niște corpuri de rulare care asigură rotirea fără frecare la  
49 alunecare a unui disc cu modulul fotovoltaic față de carcasă.

# RO 133233 B1

Instalația, într-o variantă de realizare, are partea inferioară prevăzută cu o bucușă în care intră niște bare cu arc legate de carcasa instalației printr-o osie și niște suprafețe de sprijin între care este dispus tubul gofrat.	1 3
Partea superioară mobilă este prevăzută cu o roată cu palete al cărei arbore acționează printr-o transmisie șurub-piuliță, un piston dispus în cavitatea părții superioare, care prin mișcarea sa de translație asigură închiderea panourilor fotovoltaice în cazul rafalelor de vânt puternic.	5 7
Invenția prezintă următoarele avantaje:	
- execuția unor "mușchi artificiali" în formă de tuburi gofrate umplute cu gaz care-și măresc volumul la încălzirea cu raze solare concentrate, asigură rotirea panourilor fotovoltaice lamelare pentru a aduce instalația fotovoltaică în stare de operare (deschisă) sau de păstrare (închisă), de asemenea, orientarea automată a panoului fotovoltaic către soare, fapt ce conduce la simplificarea construcției și majorarea eficienței de conversie;	9 11 13
- instalarea pe partea inferioară fixă a unei roți cu clichet, legată cu un arc de carcasa rotitoare, asigură fixarea carcasei rotitoare și, împreună cu ea, a panoului fotovoltaic, în poziția optimă de orientare către soare, și readucerea panoului fotovoltaic la apusul soarelui în poziție inițială (cu orientare la răsăritul soarelui) prin eliberarea clichetului de un mecanism comandat de un senzor de lumină, fapt ce conduce la majorarea eficienței de conversie;	15 17
- instalarea pe partea superioară mobilă a unui mic rotor cu pale, care la viteze mari ale vântului antrenează în mișcare de translație prin intermediul unei transmisii șurub-piuliță, un piston, care eliberează legăturile panourilor fotovoltaice lamelare cu axul de sprijin, asigurând prin intermediul unor arcuri revenirea lor în poziția „închis”, astfel realizându-se protecția instalației fotovoltaice la distrugere, la viteze mari ale vântului, asigurând lărgirea posibilităților funcționale.	19 21 23
Se prezintă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură și cu fig.1...16, care reprezintă:	25
- fig. 1, reprezintă vedere generală a instalației fotovoltaice în trei poziții față de soare;	27
- fig. 2, reprezintă sistemul de orientare automată la soare;	
- fig. 3, reprezintă instalația fotovoltaică în stare închisă (pliată);	29
- fig. 4, reprezintă panourile fotovoltaice lamelare în stare închisă (pliată);	
- fig. 5, reprezintă panourile fotovoltaice lamelare în faza de desfășurare;	31
- fig. 6, reprezintă instalația fotovoltaică în stare de operare;	
- fig. 7, reprezintă vederea A din fig.6 - panouri fotovoltaice lamelare cu elemente de limitare;	33
- fig. 8, reprezintă elementul I din fig. 3 - fixarea panourilor fotovoltaice lamelare pe axul de sprijin la desfășurarea lor în stare operațională și eliberarea legăturilor lor cu axul de sprijin în cazul rafalelor de vânt mari sau aducerea instalației în stare de păstrare sau transport;	35 37
- fig. 9, reprezintă mecanismul de rotire a panourilor fotovoltaice lamelare în procesul de desfășurare în stare operațională;	39
- fig. 10, reprezintă secțiunea B-B din fig. 9 (în stare închisă);	41
- fig. 11, reprezintă secțiunea B-B din fig. 9 (în stare operațională);	
- fig. 12, reprezintă mecanismul de rotire al carcasei rotitoare pentru orientarea panourilor fotovoltaice la soare (varianta 1);	43
- fig. 13, reprezintă poziția inițială în cadrul unui ciclu al mecanismului de orientare către soare;	45
- fig. 14, reprezintă poziția finală în cadrul unui ciclu al mecanismului de orientare către soare;	47

# RO 133233 B1

1 - fig. 15, reprezintă mecanismul de rotire al carcasei rotitoare pentru orientarea  
panourilor fotovoltaice la soare (varianta 2);

3 - fig. 16, reprezintă desfășurata suprafeței de sprijin a carcasei rotitoare pentru  
orientarea panourilor fotovoltaice la soare.

5 Instalația fotovoltaică (fig. 1-5) constituită dintr-un modul **1** fotovoltaic legat cu un ax  
2 de sprijin amplasat în interiorul unei carcase **3** rotitoare. Axul **2** de sprijin include o parte  
7 **4** superioară mobilă, pe care este instalat modulul **1** fotovoltaic, și o parte **5** inferioară fixă,  
legate între ele printr-o articulație **6** cu trei grade de mobilitate. Modulul **1** fotovoltaic cuprinde  
9 niște panouri **7** fotovoltaice lamelare de formă triunghiulară. Capătul fiecărui panou **7**  
fotovoltaic lamelar este instalat pe axul **2** de sprijin și prevăzut cu niște găuri în care se  
11 amplasează niște bile **8** prevăzute cu elemente **9** elastice. Pe suprafața cilindrică a părții **4**  
superioare sunt executate niște locașuri **10** sferice, care corespund poziției fiecărui panou  
13 **7** fotovoltaic. În cavitatea părții **4** superioare este amplasat un piston **11** legat prin intermediul  
unei transmisii **12** șurub-piuliță cu arborele unei roți **13** cu palete (fig. 8). Pe arborele roții **13**  
15 cu palete este amplasat un element **16** elastic. Primul panou **7** fotovoltaic lamelar este fixat  
rigid de partea **4** superioară printr-un element **17** fix. În carcasa primului panou **7** fotovoltaic  
17 în zona deschisă este amplasat un prim tub **18** gofrat umplut cu gaz cu proprietăți de dilatare  
pronunțate la încălzire, pe o osie **20** legată la un capăt de elementul **17** fix, iar al doilea capăt  
19 este legat cu flanșa celui de-al doilea panou **7** fotovoltaic lamelar. În zona deschisă a  
panoului **7**, apropiată de partea **4** superioară mobilă, este amplasat al doilea tub **18** gofrat  
21 umplut cu gaz cu proprietăți de dilatare pronunțate la încălzire, iar osia **20** pe care este  
dispus este legată de flanșa următorului panou **7** fotovoltaic, ș.a.m.d. Totodată, flanșa  
23 primului panou **7** fotovoltaic lamelar este legată de elementul **17** fix printr-un element **19**  
elastic. Astfel, al doilea panou **7** este legat de flanșa primului panou **7** cu elementul **19**  
25 elastic. În mod similar se procedează cu toate panourile **7** fotovoltaice lamelare. Tubul **18**  
gofrat (fig. 10) este instalat pe osia **20**, un capăt al acesteia este instalat articulat în carcasa  
27 panoului **7** fotovoltaic lamelar, iar al doilea capăt este instalat pe un sprijin **21**, amplasat pe  
elementul **22** elastic cu posibilitatea deplasării în direcție axială, fiind în contact cu flanșa  
29 următorului panou **7** fotovoltaic lamelar. Deasupra panourilor **7** fotovoltaice lamelare cu tuburi  
**18** gofrate este instalat un disc **23** legat rigid cu partea superioară **4** mobilă, pe flanșa căruia  
31 sunt executate niște orificii, în care sunt instalate niște lentile **24** concave, dispuse la distanțe  
unghiulare egale cu unghiul la vârf  $\alpha$  al panourilor **7** fotovoltaice lamelare amplasate  
33 deasupra tuburilor **18** gofrate în poziție desfășurată a panourilor **7**.

Pe partea **5** inferioară fixă este instalată o roată **25** dințată (fig. 12-14). Între dintele  
35 **26** al roții **25** dințate și un sprijin **27** fixat pe partea interioară a carcasei **3** rotitoare este  
amplasat un tub **28** gofrat umplut cu gaz cu proprietăți de dilatare mari la încălzire. În zona  
37 de amplasare a tubului **28** gofrat în carcasa **3** rotitoare, în partea aflată sub acțiunea razelor  
solare, este executat un orificiu, în care este instalată o lentilă **29** de concentrare a razelor  
39 solare.

În altă variantă de realizare (fig. 15), pe partea **5** inferioară fixă este prevăzută cu o  
41 bucsă **40** în care intră niște bare **30** cu arc legate de carcasa **3** instalației printr-o osie și niște  
suprafețe **27** de sprijin între care este dispus tubul **28** gofrat umplut cu gaz cu proprietăți de  
43 dilatare pronunțate la încălzire.

Carcasa **3** rotitoare este prevăzută cu o suprafață **31** superioară, înclinată și profilată  
45 (fig. 2, 16). Între suprafața **31** superioară și un disc **32** al modulului **1** fotovoltaic, sunt ampla-  
sate niște corpuri **33** de rulare. Pe partea **5** inferioară mai este instalată o roată dințată **34**

# RO 133233 B1

cu clichet, al cărei clichet **35** este fixat în carcasa **3** rotitoare, legătura fiind dirijată cu un 1  
senzor **36** de lumină. Totodată, partea 5 inferioară este legată suplimentar cu carcasa **3**  
rotitoare printr-un element **37** elastic de întindere. Una din flanșele panoului **7** fotovoltaic 3  
lamelar este înzestrată cu o perie **38** și cu niște corpuri de rulare **35** (fig. 7).

Instalația fotovoltaică tip floarea soarelui funcționează în modul următor. Desfășu- 5  
rarea panoului fotovoltaic din starea „închis” în starea operațională se efectuează în felul  
următor: 7

Primul panou **7** fotovoltaic lamelar este legat rigid cu partea **4** superioară a axului **2**  
de sprijin prin intermediul elementului **17** fix. Sub acțiunea razelor solare concentrate în 9  
lentila **29**, gazul din primul tub **18** gofrat se va dilata, osia **20** acționând asupra flanșei celui  
de-al doilea panou **7** fotovoltaic rotindu-l la unghiul  $\alpha = 360^\circ/n$ , unde  $n$  este numărul panouri- 11  
lor **7** fotovoltaice lamelare. Panoul **7** fotovoltaic lamelar este fixat în poziția atinsă cu ajutorul  
bilelor **8**, care sub acțiunea elementelor elastice **9** intră în locașurile **10**. Odată fixat în poziție 13  
de operare, tubul **18** gofrat din carcasa celui de-al doilea panou **7** fotovoltaic lamelar se  
plasează în dreptul celei de-a doua lentile **24**. Sub acțiunea razelor solare concentrate în 15  
lentila **24**, gazul din al doilea tub gofrat îl va dilata, iar osia pe care acesta este dispus acțio-  
nează asupra flanșei celui de-al treilea panou **7** rotindu-l la unghiul  $\alpha = 360^\circ/n$ . În continuare 17  
procesul se repetă până ce toate panourile fotovoltaice lamelare sunt aduse în stare  
operațională (sunt desfășurate complet - vezi fig. 6). 19

În cazul în care viteza vântului va depăși o valoare limită (de exemplu 15 m/s) pentru 21  
protecția instalației fotovoltaice de la distrugeri roata **13** cu palete va fi antrenată în mișcare  
de rotație, care prin intermediul transmisiei **12** șurub-piuliță se va transforma în mișcare de  
translație a pistonului **11** care va împinge bilele **8** în găurile corespunzătoare. Panoul **7** 23  
fotovoltaic lamelar eliberat de legătura cu partea **4** superioară a axului **2** de sprijin va fi  
readus în poziția inițială (închisă) cu ajutorul elementului **19** elastic. La mișcarea de translație 25  
în continuare a pistonului **11** vor fi anihilate legăturile celorlalte panouri **7** fotovoltaice  
lamelare cu partea **4** superioară, asigurând plierea panourilor fotovoltaice lamelare în stare 27  
„închisă”. La plierea panourilor fotovoltaice lamelare sprijinele **21** comprimă elementele **22**  
elastice, asigurând rotirea lor și curățarea lor cu periile **38**. După reducerea vitezei vântului, 29  
desfășurarea modulului **1** fotovoltaic se efectuează în modul descris mai sus. În cazul  
pregătirii instalației fotovoltaice pentru păstrare sau transportare arborele roții **13** cu palete 31  
este antrenat manual.

Orientarea modulului **1** fotovoltaic către soare se efectuează în modul următor: la 33  
încălzirea gazului din tubul **28** gofrat cu razele solare concentrate de lentila **29** capătul liber  
al tubului **28** gofrat va acționa asupra dintelui **26** nemișcat al roții **25** cu clichet, asigurând 35  
rotirea carcasei **3** rotitoare la unghiul  $\beta = \arcsin 2a/R$ , unde  $a$  este distanța la care este  
deplasat capătul liber al tubului **28** gofrat, iar  $R$  este raza de contact a capătului osiei **20** a 37  
tubului **28** gofrat cu dintele **26** al roții **25** dințate cu clichet. Carcasa **3** rotitoare este fixată în  
poziția nouă prin intermediul roții **34** cu clichet și clichetul **35**. Rotirea carcasei **3** rotitoare 39  
asigură înclinarea modulului **1** fotovoltaic la un unghi optim sub aspectul conversiei energiei  
solare. În momentul când soarele se va roti la unghiul  $\beta$ , razele solare vor acționa asupra 41  
lentilei **29**, care le va concentra, încălzind gazul din tubul **28** gofrat. În continuare procesul  
se repetă, asigurând rotirea carcasei **3** rotitoare la un nou unghi  $\beta$  și înclinarea modulului **1** 43  
fotovoltaic la un nou unghi optim. Rotirea carcasei **3** rotitoare se va efectua până la asfințitul  
soarelui. În lipsa luminii solare senzorul **36** de lumină eliberează legătura clichetului **35** cu 45  
carcasa rotitoare, care sub acțiunea elementului **37** elastic revine în poziția inițială.

## RO 133233 B1

1           În cazul variantei de realizare (fig. 15), la încălzirea gazului din tubul **28** gofrat cu  
razele solare concentrate de lentila **29** concavă capătul liber al osiei tubului **28** gofrat va  
3           acționa asupra barelor **30** cu arc, asigurând rotirea carcasei **3** la unghiul  $\beta = \arcsin 2a/R$ ,  
unde  $a$  este distanța, la care este deplasat capătul liber al tubului **28** gofrat, iar  $R$  - raza de  
5           contact a capătului tubului **28** gofrat cu bara **30** bușei **40**.

7           Soluțiile tehnice propuse asigură orientarea optimă către soare a modulului fotovoltaic  
asemenea florii soarelui cu ajutorul unor mușchi artificiali, desfășurarea sau plierea  
9           panourilor fotovoltaice lamelar în stare operațională, de protecție contra vânturilor mari sau  
pentru transportare sau păstrare.

# RO 133233 B1

## Revendicări

1. Instalație fotovoltaică tip floarea soarelui ce cuprinde un modul (1) fotovoltaic constituit din mai multe panouri (7) fotovoltaice lamelare triunghiulare, având o carcasă semi-închisă, ce are posibilitatea de a se extinde și restrânge suprapunându-se perfect în formă de evantai, modulul (1) este montat pe un ax (2) de sprijin constituit dintr-o parte (4) superioară mobilă și o parte (5) inferioară fixă ce se află în interiorul unei carcase (3) rotitoare și prinse între ele printr-o articulație (6) ce permite rotirea modulului (1), **caracterizată prin aceea că** fiecare panou (7) fotovoltaic lamelar are dispus în interiorul carcasei, în zona deschisă a acesteia, un tub (18) gofrat umplut cu un gaz, cu proprietăți de dilatare pronunțate la încălzire, montat pe o osie (20) legată de flanșa următorului panou (7), pe care îl rotește la un anumit unghi prin niște bile (8) cu arc dispuse în niște locașuri (10) sferice aflate pe partea (4) superioară, de asemenea panourile (7) sunt prinse între ele, două câte două prin niște elemente (19) elastice, iar deasupra acestora, fixat de partea (4) superioară, este dispus un disc (23) prevăzut cu niște lentile (24) concave așezate astfel încât fiecare lentilă să coincidă cu poziția fiecărui tub (8) gofrat, atunci când panourile sunt deschise, de asemenea pentru orientarea instalației, partea (5) inferioară este prevăzută cu o roată (25) dințată cu clichet legată de carcasa (3) instalației printr-o osie (20) și niște suprafețe (27) de sprijin între care este dispus un tub (28) gofrat, care este încălzit printr-o lentilă (29) concavă instalată în carcasa (3) instalației și care prin dilatarea tubului (28) gofrat acționează osia (20), de asemenea o altă roată (34) dințată cu clichet (35) este prevăzută la baza părții (5) inferioare, unde clichetul (35) acesteia este fixat de carcasă (3) și legat la un senzor (36) de lumină, carcasa (3) este prevăzută în partea superioară cu o suprafață (31) profilată înclinată ce are dispuse niște corpuri (33) de rulare care asigură rotirea fără frecare la alunecare a unui disc (32) cu modulul (1) fotovoltaic față de carcasă (3).
2. Instalație fotovoltaică tip floarea soarelui, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** într-o variantă de realizare partea (5) inferioară este prevăzută cu o bucsă (40) în care intră niște bare (30) cu arc legate de carcasa (3) instalației printr-o osie și niște suprafețe (27) de sprijin între care este dispus tubul (28) gofrat.
3. Instalație fotovoltaică tip floarea soarelui, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** partea (4) superioară mobilă este prevăzută cu o roată (13) cu palete al cărei arbore acționează printr-o transmisie (12) șurub-piuliță, un piston dispus în cavitatea părții (4) superioare, care prin mișcarea sa de translație asigură închiderea panourilor (7) fotovoltaice în cazul rafalelor de vânt puternic.

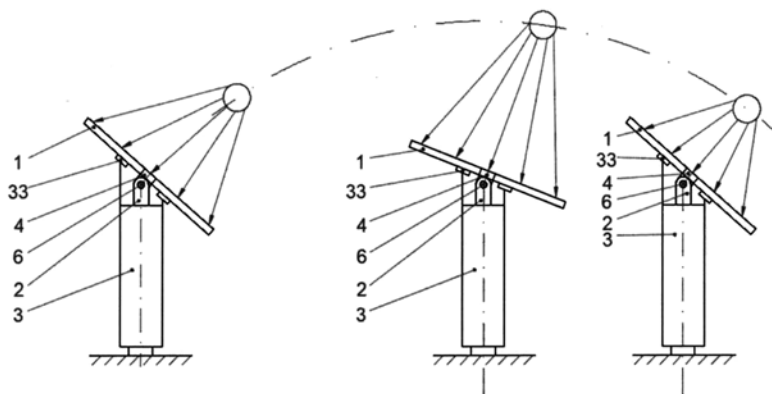


Fig. 1

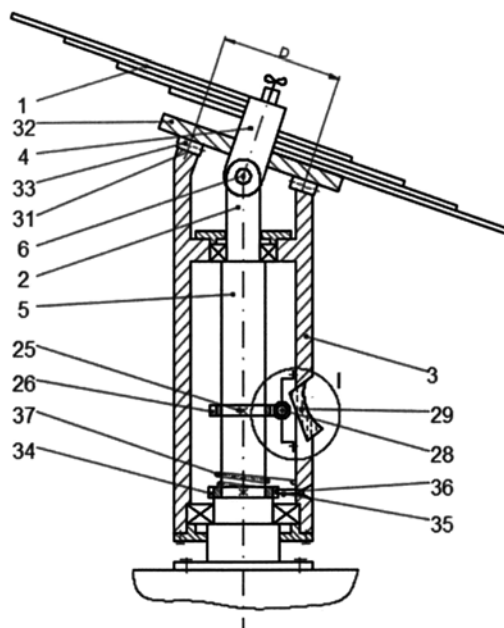


Fig. 2



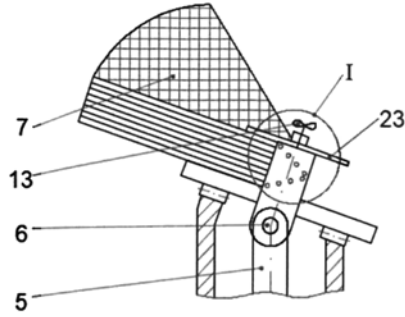


Fig. 3

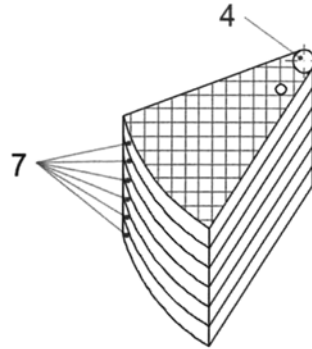


Fig. 4

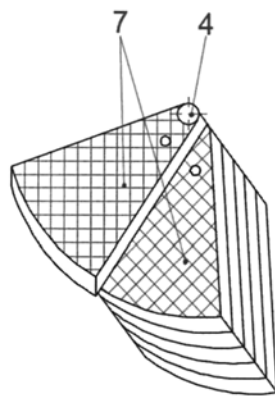


Fig. 5

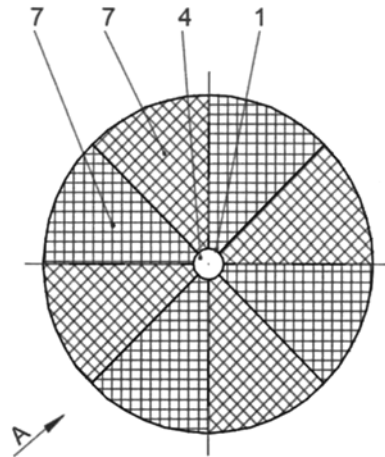


Fig. 6

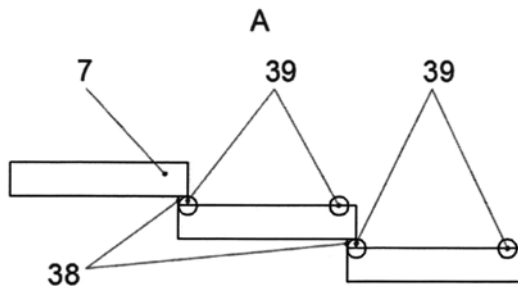


Fig. 7

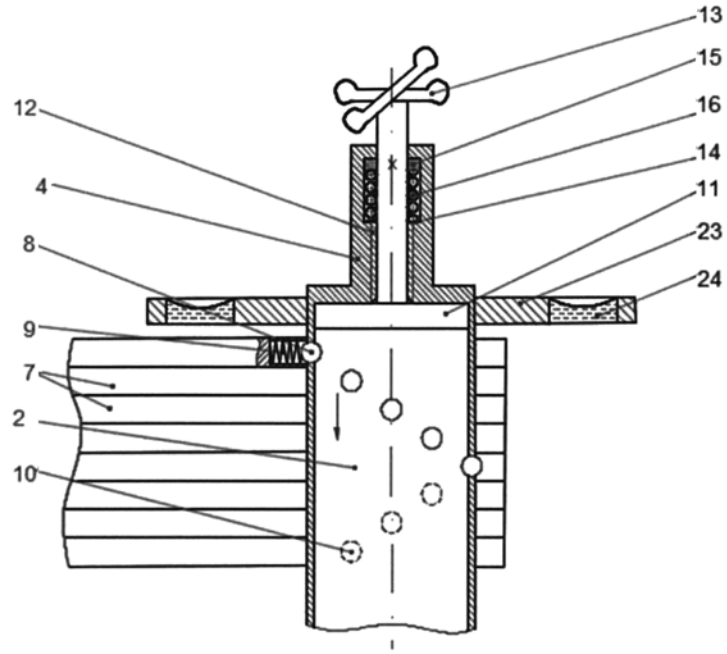


Fig. 8

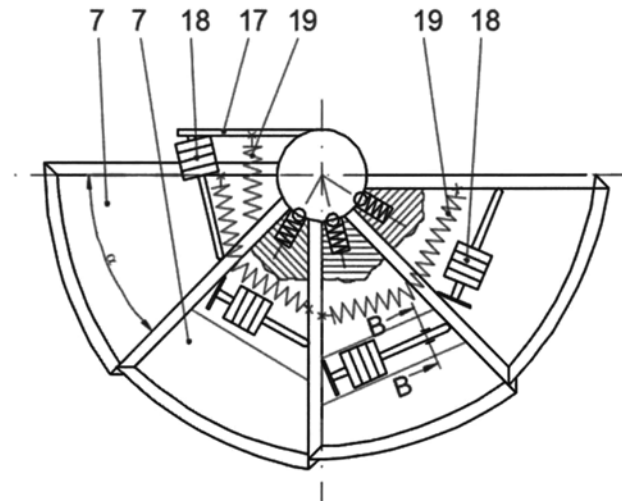


Fig. 9

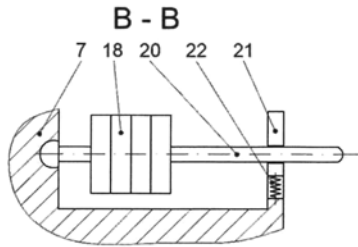


Fig. 10

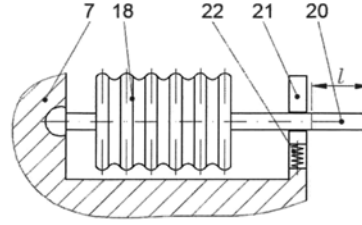


Fig. 11

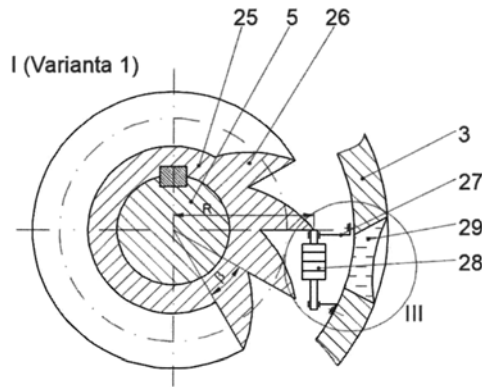


Fig. 12

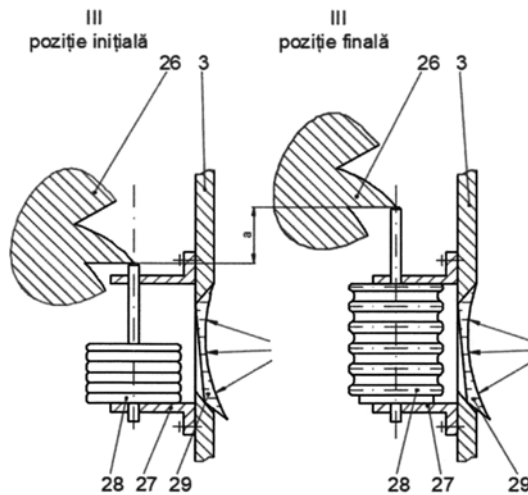


Fig. 13

Fig. 14

I (Varianta 2)

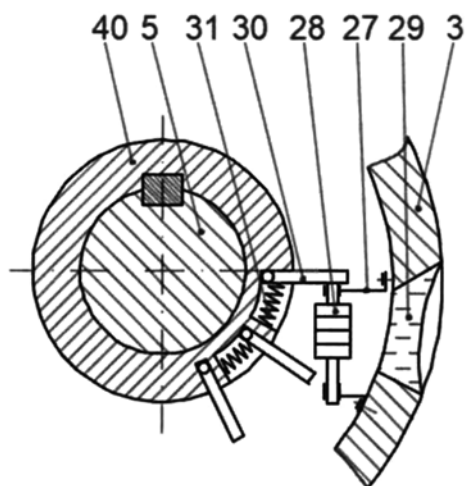


Fig. 15

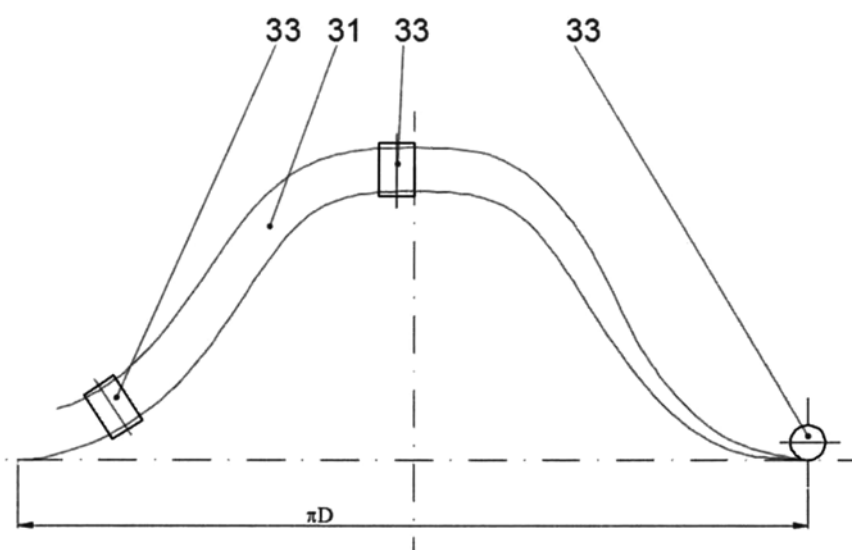


Fig. 16

