

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00784

(22) Data de depozit: 15/12/2021

(41) Data publicării cererii:
29/04/2022 BOP1 nr. 4/2022

(71) Solicitant:
• UM 0466 BUCUREȘTI,
BD. THEODOR PALLADY NR. 287,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• MOLDOVAN MARIUS SILVIU,
BD. OCTAVIAN GOGA NR.14, BL.M61, SC.2,
ET.1, AP.25, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO;
• BOGORIN CRISTIAN ALEXANDRU,
STR.BOGDAN GHE.TUDOR NR.4, BL.20A,
AP.5, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;

• IFTIMIE BOGDAN IONUȚ, BD.CEAHLĂUL
NR.10, BL.28, AP.72, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• IONESCU OCTAVIAN NARCIS,
STR.GOLEȘTI, NR.15, PLOIEȘTI, PH, RO;
• CERNICA ILEANA VIORICA,
STR.ION CĂMPINEANU NR.33, BL.3, SC.C,
ET.4, AP.85, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO;
• DEDIU VIOLETA, STR.MOVILIȚA, NR.16,
BL.M2D9/1, SC.1, AP.20, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;
• PĂUN COSTEL, STR.CĂLĂRAȘI, NR.8,
BL.154A, SC.A, AP.3, PLOIEȘTI, PH, RO;
• POPESCU ALINA MIHAELA,
ȘOS. OLTENIȚEI, NR.47, BL.1, SC.3, ET.3,
AP.89, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO

(54) PANOURI DE PROTECȚIE BALISTICĂ DE DIMENSIUNI
REDUSE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la niște panouri de protecție balistică de dimensiuni reduse, folosite eficient în reducerea efectelor dispozitivelor explozive improvizate asupra cetățenilor și elementelor de infrastructură critică. Panourile de protecție, conform invenției, cuprind un sistem de cadre interconectabile, realizat din trei cadre (101) independente, realizate dintr-un cornier (201), cu două ranforsări (202 și 207), instalate pe partea dorsală, pe ranforsarea (207) superioară fiind fixat prin intermediul unei balamale (208) un dispozitiv (205) de sprijin, iar pe părțile laterale sunt dispuși niște cilindri (203 și 208) din oțel, în care sunt prinse niște balamale (210), prin intermediul unor bolțuri (211), cadrele (101) fiind prevăzute cu niște sisteme (204) de rulare, ceea ce permite unui operator să le ducă în poziția dorită individual, și acolo funcție de configurația dorită să le asambleze cu ajutorul balamalelor și bolțurilor, elementul central și de noutate fiind reprezentat de realizarea unui dispozitiv cu o structură multistrat, care folosește materiale inovatoare cu eficiență sporită, având capabilități fizico-mecanice superioare și care este realizat din șase panouri (303, 304, 305, 306, 307 și 308) din materiale compozite asamblate într-un cadru (301) din profil "U", din aluminiu, prevăzut cu patru mânere (302) pentru transport, panourile sunt dispuse astfel, panoul (303) compozit 8 straturi țesătură UHMWPE și rășină epoxidică cu adaos de nanotuburi de carbon cu mai mulți pereți-MWCNT, panoul (304) compozit fibră de sticlă, grafenă, poli-mer siliconic, pulbere aerogel, panoul (305) compozit 25 de straturi țesătură UHMWPE

și rășină epoxidică cu adaos de nanotuburi de carbon cu mai mulți pereți-MWCNT, panoul (306) carbură de siliciu înglobată în rășină epoxidică, panoul (307) realizat din granule de cauciuc înglobate în rășină poliester-polieter, panoul (308) compozit 25 straturi țesătură UHMWPE și rășină epoxidică .

Revendicări: 3

Figuri: 3

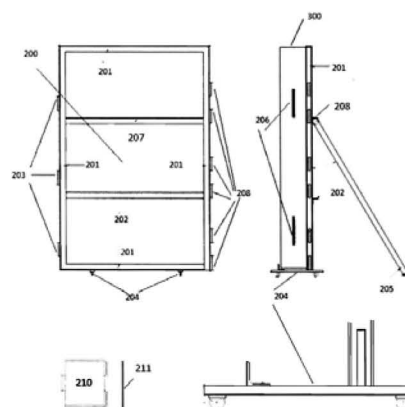


Fig. 2

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).



1. DESCRIEREA INVENȚIEI

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2021 0 784
Data depuneri	15-12-2021

Invenția denumită „Panouri de protecție balistică de dimensiuni reduse” se referă la un sistem de panouri balistice și respectiv la o structură inovativă a acestora astfel încât să poată fi folosite eficient în reducerea efectelor distructive ale dispozitivelor explozive improvizate asupra personalului și elementelor de infrastructură critică. Elementul central și de noutate este reprezentat de realizarea unui panou cu o structură multistrat, ce folosește materiale inovatoare cu eficiență sporită, având capacități fizico-mecanice superioare materialelor clasice precum plăci de oțel, plăci stratificate etc. Realizarea acestor materiale precum și integrarea lor într-o structură capabilă să reziste la efectul cumulat al schijelor și al undei de șoc reprezintă de asemenea o realizare tehnologică de excepție și totodată, o mare provocare, având în vedere solicitările complexe ce apar în cazul unei detonații.

Domeniul tehnic. Panourile de protecție balistică de dimensiuni reduse se încadrează în clasa mijloacelor de protecție .

Atacurile teroriste în care se utilizează Dispozitive Explozive Improvizate reprezintă unele dintre cele mai mari pericole la adresa oamenilor și a elementelor de infrastructură critică. Apariția unor noi substanțe explozive sub formă de geluri, materiale plastice etc., precum și disponibilitatea pe piață a unor echipamente de radiocomunicație jucării oferă o gamă largă de oportunități actelor de rea voință sau de natură terorista. Identificarea și izolarea acestor dispozitive într-un timp cât mai scurt este o prioritate în contracararea unor astfel de amenințări. Spre deosebire de dispozitivele folosite în protecția dispozitivelor cinetice (proiectile, schije etc), dispozitivele care trebuie să asigure protecția împotriva dispozitivelor explozive improvizate sunt supuse unor acțiuni mult mai solicitante. Explozia este definită ca un proces fizico - chimic de descompunere rapidă a substanțelor explozive și de transformare a lor în alți compuși, mai simpli, însoțit de degajare mare de căldură, lumină, zgomot și de efectuare de lucru mecanic într-un timp foarte scurt. Ca urmare, panourile vor trebui să preia în afara dispozitivelor cinetice și efectele secundare ale exploziei, respectiv unda de șoc și efectul termic.

În cazul detonației unei substanțe explozive, efectele distructive se fac simțite la distanță ca urmare a propagării unei unde de șoc în mediul înconjurător. Efectul undei de șoc este o consecință a discontinuității presiunii în frontul undei de șoc produsă în aer. Unda de șoc este o continuare a detonației și provoacă pagube asupra organismelor vii și materialelor, clădirilor, instalațiilor etc. aflate la o anumită distanță R. La o anumită distanță (R) de epicentrul exploziei, o undă de șoc este caracterizată de: suprapresiunea maximă (D_{pf}), impulsul unitar I/A (integrala curbei presiune - timp a fazei pozitive), timpul de ajungere (t_a) și de durată fazei pozitive (t_p). Relațiile de calcul ale acestor mărimi sunt:

$$\frac{\Delta_{pf}}{Pa} = \frac{808 \left[1 + \left(\frac{z}{4,5} \right)^2 \right]}{\sqrt{1 + \left(\frac{z}{4,5} \right)^2} \sqrt{1 + \left(\frac{z}{0,32} \right)^2} \sqrt{1 + \left(\frac{z}{0,35} \right)^2}}$$

unde: Z distanța scalată (redușă) este calculată cu formula:

$$Z = f_d \frac{R}{W^{\frac{1}{5}}}$$

Unde f_d este factorul de distanță,

$$f_d = \left(\frac{P_a}{P_0} \right)^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{T_0}{T_a} \right)^{\frac{1}{2}}$$

W - masa de SE care a detonat exprimată în echivalent TNT [kg];

R - distanța de la încărcătură la obiectiv [m];

Pa - presiunea aerului când s-a produs explozia [bar];

P0 - presiunea standard (1013,25 mbari);

T0 - temperatura standard (288,15 K).

Problema se poate rezolva și la nivel experimental. Experimentele realizate în domeniu au permis determinarea efectelor de distrugere și psihologice ale suflului, precizând distanțele minime de supraviețuire sau rănire.

Această distanță este dată de relația:

$$d = K * W [m]$$

unde: d - distanța între locul producerii exploziei și persoana expusă.

W - masa încărcăturii explozive exprimată în echivalent TNT [kg]

K - este un coeficient ale cărui valori sunt:

$K < 1,2$ - presiunea maximă este superioară valorii de 6 bari și efectul este letal 100% (îîn special din cauza suprapresiunii în frontul undei de șoc ce duce la spargerea plămânilor).

$1,2 \leq K \leq 3,6$ - presiunea este cuprinsă între 6 și 1 bar, iar efectul este letal în proporții cuprinse între 100 și 30 % .

În concluzie, în afara efectelor cinetice corespunzătoare apariției unor proiectile cu masa de până la 20 grame și viteze de peste 2000m/s, panoul ar trebui să deflecte/absoarbă suprapresiunea generată de frontul undei de șoc reducând-o la presiuni de sub 1 bar.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în reducerea efectelor exploziei dispozitivelor explozive asupra persoanelor și elementelor de infrastructură critică prin utilizarea unui sistem de panouri de protecție balistică de dimensiuni reduse - mobile, conceput special să reziste la efectul cumulat al schijelor și al undei de șoc.

Sistemul mobil de panouri de protecție balistică de dimensiuni reduse, propus în cadrul acestei cereri de brevet este compus din trei rame mobile interconectabile (101) prezentate în figurile 1 și 2 ce pot fi poziționate astfel încât să încadreze pe trei laturi în configurație „U” sau pe două laturi configurație „V”, dispozitivul exploziv improvizat. Pe ramele prezentate în figurile 1 și 2 se montează dispozitivele balistice (300) a căror formă și structură sunt prezentate în figura 3. Soluția modulară propusă asigură instalarea rapidă de către un număr redus de personal (maximum doi operatori) a întregului sistem într-un interval de timp scurt și în condiții de siguranță.

Sistemul de cadre interconectabile prezentat în figura 1 este realizat din 3 cadre independente (101), realizate din cornier (201), cu două ranforsări (202, 207)) instalate pe partea dorsala. Pe ranforsarea superioară (207) este fixat prin intermediul unei balamale (208) un dispozitiv de sprijin (205). Pe părțile laterale sunt dispuși cilindri din oțel (203, 208) în care sunt prinse balamalele (210), prin intermediul unor bolțuri (211). Cadrele sunt prevăzute cu sisteme de rulare (204) ceea ce permite unui operator să le dispună în poziția dorită individual și funcție de configurația dorită să le asambleze cu ajutorul balamalelor și bolțurilor.

Dispozitivul balistic (300) ce se fixează în sistemul de cadre prezentat în figurile 1 și 2 este prezentat în detaliu în figura 3. Acesta este realizat dintr-o structură multistrat fiind compus din șase panouri realizate din materiale cu proprietăți speciale și grosimi calculate astfel încât să asigure absorbția și deflectarea undei de șoc precum și reducerea energiei cinetice a proiectilelor (schijelor) rezultate în urma exploziei.

Primul panou (303) este cel orientat către dispozitivul exploziv improvizat și are rolul de a absorbi parțial și a deflecta unda de șoc. În vederea realizării acestor obiective acesta a fost conceput astfel încât să fie flexibil pentru a nu fi spart la impactul undei de șoc, dar să asigure o rezistență sporită la străpungere pentru a micșora energia cinetică a proiectilelor. Structura aleasă pentru acest prim element se bazează pe o țesătură realizată din fibre de polietilenă cu greutate moleculară foarte mare (ultra-high molecular weight polyethylene - UHMWPE). Fibrele UHMWPE, precum Dyneema de la DSM și Spectra de la Honeywell, au un modul de rezistență mare ceea ce le conferă caracteristici foarte bune de absorbție a energiei, în timp ce absența interacțiunilor specifice, cum ar fi legăturile de hidrogen, sunt benefice pentru absorbția energiei cinetice și pentru a obține o rigiditate și rezistență axială ridicată. Dezavantajul major este că UHMWPE orientate au o rezistență laterală slabă, rezultând o forfecare redusă și rezistență la compresiune și sunt

predispuse la fluare. Pentru a compensa acest dezavantaj a fost utilizată o structură compozită alcătuită din straturi succesive de țesătură UHMWPE pe care s-a realizat o depunere de nanotuburi de carbon cu mai mulți pereți (MWCNT), straturile succesive fiind lipite între ele folosind o rășină epoxidică. În vederea asigurării flexibilității acestui prim strat sunt folosite maximum opt foi de UHMWPE.

Panoul doi (304) este realizat dintr-un material compozit în a cărui structură se regăsesc fibre de sticlă, grafenă, un polimer siliconic și pulbere de aerogel. Grosimea acestui strat este de aproximativ 20 mm și permite absorbția și delectarea energiei undei de șoc.

Panoul al treilea (305) este destinat absorbției energiei cinetice a proiectilelor rezultate în urma exploziei. În condițiile în care primele două straturi realizează o încetinire a propagării undei de șoc, la nivelul stratului 3 s-a considerat că absorbția energiei cinetice a proiectilelor rezultate în urma exploziei este foarte importantă. Ca urmare acest panou este realizat dintr-o structură compozită alcătuită din 25 de straturi succesive de țesătură UHMWPE pe care s-a realizat o depunere de nanotuburi de carbon (CNT), straturile succesive fiind lipite între ele folosind o rășină epoxidică.

Panoul patru (306) este realizat din panouri de carbură de siliciu înglobată în rășină epoxidică. În realizarea panoului s-au avut în vedere proprietățile deosebite ale carburii de siliciu și anume: densitate scăzută, rezistență la rupere mare, rezistență bună la temperaturi ridicate (reacție legată), rezistență la oxidare (reacție legată), rezistență excelentă la șoc termic, duritate ridicată și rezistență la uzură, rezistență chimică excelentă, expansiune termică redusă și conductivitate termică ridicată. Pentru a preveni spargerea unei structuri sinterizate s-a ales soluția realizării unui material mai elastic dar rezistent la șocuri, realizat prin combinarea carburii de siliciu cu o rășină obținută dintr-un solvolizat de polietilen tereftalat (PET) reciclat. Elasticitatea rășinii este controlată în procesul de sinteză. Întărirea rășinii se face cu o combinație de izocianați alifatici și aromatici, care permit întărirea rapidă și conferă calități superioare produsului – poliester-poliol, obținut prin sinteză. Produsul (panoul) se obține prin turnare în matrițe, din carbură de siliciu de granulație 50 μ (35-50%) respectiv 100 μ (50-75%), raport masic în amestec cu rășina întărită cu izocianați. Produsul se maturează la temperatura camerei (20-25°C), pe durata a 48 de ore.

Panoul numărul cinci (307) este obținut din granule de cauciuc înglobate în rășina poliester-polieter. În realizarea produsului s-a avut în vedere obținerea unui material elastic, absorbant la șoc, care să rețină eventualele fragmente din stratul anterior la trecerea proiectilelor și în același timp să absoarbă o parte din energia cinetică a proiectilelor care au trecut prin plăcile de carbură de siliciu. În acest sens s-au folosit granule de cauciuc (pudreta de cauciuc rezidual 1 – 3 mm) și o rășină de tip poliester-polieter a cărei elasticitate a fost controlată prin procesul de sinteză,

proces ce a presupus un adaos de componente menite să dezvolte lanțul carbonic, respectiv elasticitatea produsului. Întărirea rășinii se face cu o combinație de izocianați alifatici și aromatici, care permit întărirea rapidă și conferă produsului – poliester-polieter obținut prin sinteza-calități superioare. Amestecul realizat se toarnă în forme și dimensiuni corespunzătoare scopului propus și se lasă la maturat, la temperatura camerei (20-25°C), pe durata a 48 de ore.

Panoul șase (308) este destinat opririi proiectilelor ce au avut o energie cinetică mai mare (fragmente cu greutate mai mare de 15-20 grame). Acest strat este realizat dintr-o structură compozită alcătuită din 25 straturi succesive de țesătură UHMWPE pe care s-a realizat o depunere de nanotuburi de carbon (CNT), straturile succesive fiind lipite între ele folosind o rășină epoxidică.

Tehnologia de realizare a panourilor compozite din UHMWPE (301, 303, 308) constă în:

- Pregătirea rășinii epoxidice: Operația a fost executată după fișa tehnică a producătorului (100 părți rășină baza la 28 părți agent de reticulare). Timpul de întărire indicat de producător este de 40 minute, acesta putând fi prelungit prin menținerea materiilor prime la temperaturi sub 20 grade C.

-În cazul obținerii nanocompozitului rășina epoxidică/MWCNT a fost necesară optimizarea tehnologiei de obținere prin creșterea dispersiei MWCNT în matricea polimerică, amestecul omogen astfel obținut ajutând la creșterea forței de aderență între rășină, MWCNT și pânza de UHMWPE. În vederea omogenizării amestecului nanomaterialelor, rășina epoxidică și nanotuburile de carbon cu mai mulți pereți, au fost funcționalizate cu grupări carboxilice (-COOH) prin tratare cu plasmă de oxigen și apoi au fost dispersate în agentul de reticulare. Dispersia nanomaterialelor de carbon în agentul de reticulare a fost îmbunătățită și prin tratament cu ultrasunete timp de 30 minute, astfel soluția coloidală de MWCNT în agentul de reticulare rămânând omogenă și stabilă mai mult de 2 săptămâni. Procentul de MWCNT în materialul compozit a fost de 5%. După combinarea componentelor (rășina bază +întăritor+ MWCNT) amestecul a fost introdus la degazare într-o etuvă cu vid, la o presiune de 50 mbar și temperatura de 30 0C, timp de 5 minute.

- Pe suprafața mesei de lucru se depune un strat de agent de demulare și un strat de rășină, prin pensulare. Țesătura de UHMWPE se așează deasupra și se apasă cu o rolă presoare pentru a elimina bulele de gaz și pentru a realiza o impregnare mai bună a țesăturii. Peste ansamblul realizat se pensulează rășina epoxidică cu MWCNT, se așterne încă un strat de țesătură și se presează cu rola. Procesul se repetă până la realizarea panoului cu numărul de straturi de țesătură de UHMWPE dorit. La terminarea panoului, ultimul strat de țesătură de UHMWPE se acoperă cu rășină peste care se depune un strat de agent de demulare pe o folie de polietilenă. Panoul astfel obținut se introduce în etuva cu vid pentru o oră și apoi, pentru definitivarea reticulării rășinii epoxidice, se păstrează la temperatura camerei, presat.

cu ajutorul unor greutateți, timp de 24-48 de ore. La final se îndepărtează folia, agentul de demulare și excesul de rășină de pe margini.

Panoul obținut este un compozit laminat format din țesătura de UHMWPE și rășina epoxidică cu adaos de nanotuburi de carbon cu mai mulți pereți-MWCNT. Rășina epoxidică folosită a fost selecționată datorită proprietăților sale mecanice și chimice excelente, cum ar fi rezistența ridicată la tracțiune și compresie pe lângă rezistența chimică bună. Studiile arată că în nanocompozitul cu MMCNT funcționalizate rezistența la forfecare interfacială crește de aproximativ 25 de ori față de cazul MWCNT-urilor nefuncționalizate.

Avantajele introduse de invenția propusă „Panouri de protecție balistică de dimensiuni reduse”

- Sistemul mobil permite o intervenție rapidă indiferent de locul unde a fost amplasat dispozitivul exploziv improvizat;
- Configurația propusă a fost testată și s-a dovedit a fi eficientă în cazul încărcăturilor explozive de până la 2kg echivalent TNT:
- Dispozitivele realizate în tehnologia prezentată sunt ușoare, (greutate sub 70 kg) ceea ce permite ca doi operatori să le poată instala în sistemul de rame și folosind sistemul de rulare cu care sunt echipate să le transporte în condiții de siguranță;
- Sistemul de rame demontabile permite realizarea a diverse configurații de exemplu „U” sau „V” funcție de zona ce se dorește a fi protejată;
- Prin folosirea configurației multistrat, alternând straturi elastice cu straturi cu duritate sporită crește eficiența protecției la explozie.

2. REVENDICĂRI:

1) Panouri de protecție balistică de dimensiuni reduse caracterizat prin aceea că este compus dintr-un ansamblu reconfigurabil de trei rame prevăzute cu sisteme de rulare ce poate fi asamblat în diverse configurații, pe care se instalează dispozitivele balistice;

2) Sistemul de cadre interconectabile prezentat în figura 1, în sensul revendicării 1 caracterizat prin aceea că: este realizat din 3 cadre independente (101), realizate din cornier (201), cu două ranforsări (202,207)) instalate pe partea dorsală. Pe ranforsarea superioară (207) este fixat prin intermediul unei balamale (208) un dispozitiv de sprijin (205). Pe părțile laterale sunt dispuși cilindri din oțel (203, 208) în care sunt prinse balamalele (210), prin intermediul unor bolțuri (211). Cadrele sunt prevăzute cu sisteme de rulare (204) ceea ce permite unui operator să le transporte în poziția dorită individual și acolo, funcție de configurația dorită, să le asambleze cu ajutorul balamalelor și bolțurilor;

3) Dispozitiv balistic multistrat în sensul revendicării 1 caracterizat prin aceea că: este realizat din șase panouri (303, 304, 305, 306, 307, 308) din materiale compozite asamblate într-un cadru din profil „U” din aluminiu (301), prevăzut cu patru mânere (302) pentru transport. Panourile sunt dispuse în configurația prezentată în figura 3 după cum urmează: panoul (303) compozit 8 straturi țesătură UHMWPE și rășina epoxidică cu adaos de nanotuburi de carbon cu mai mulți pereți-MWCNT, panoul (304) compozit fibră de sticlă, grafenă, polimer siliconic, pulbere aerogel, panoul (305) compozit 25 straturi țesătură UHMWPE și rășină epoxidică cu adaos de nanotuburi de carbon cu mai mulți pereți-MWCNT, panoul (306) carbură de siliciu înglobată în rășină epoxidică, panoul (307) realizat din granule de cauciuc înglobate în rășina poliester – polieter, panoul (308) compozit 25 straturi țesătura UHMWPE și rășina epoxidică cu adaos de nanotuburi de carbon cu mai mulți pereți-MWCNT.

4

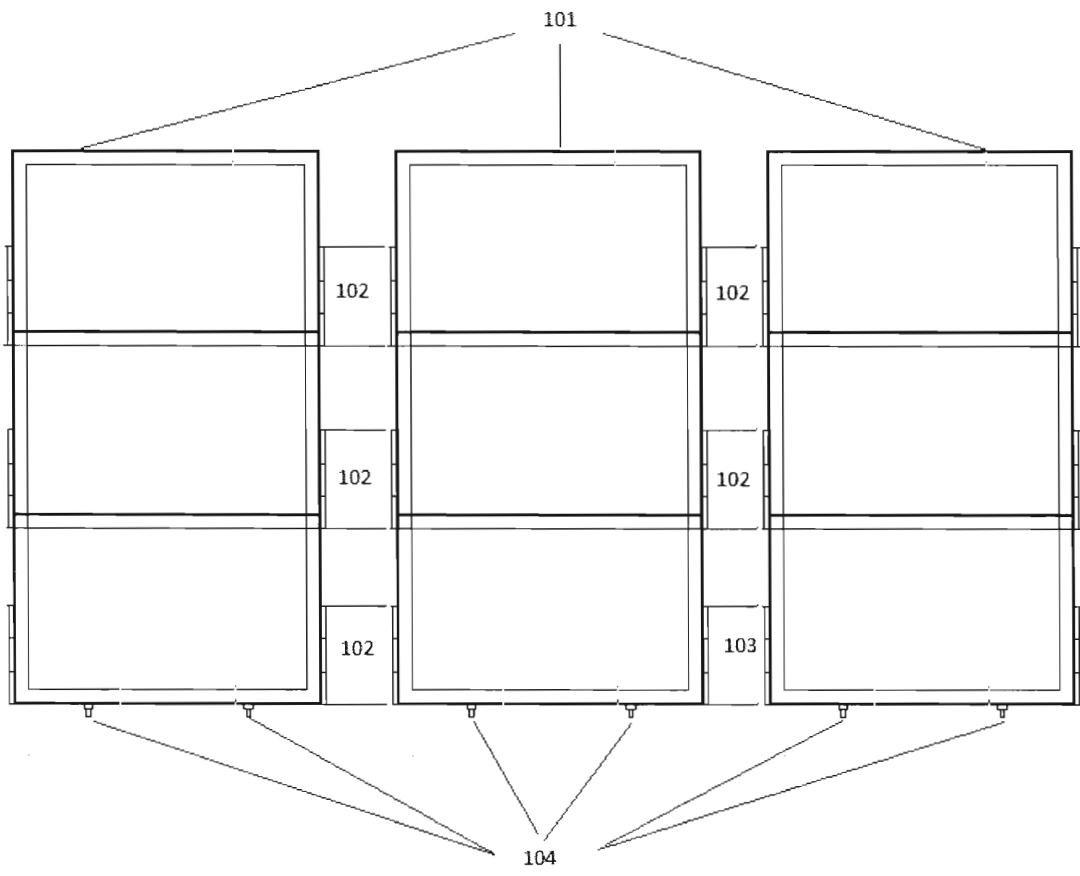


Figura 1



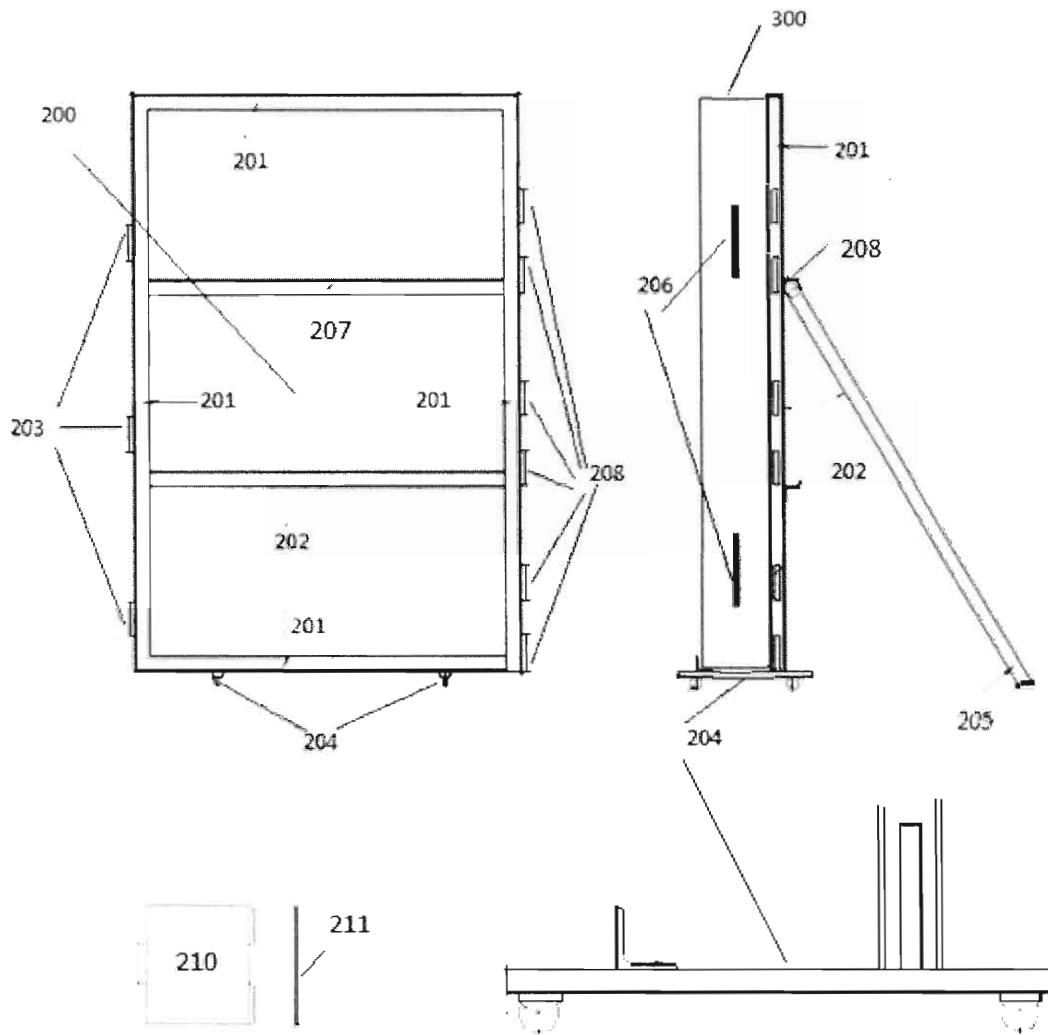


Figura 2

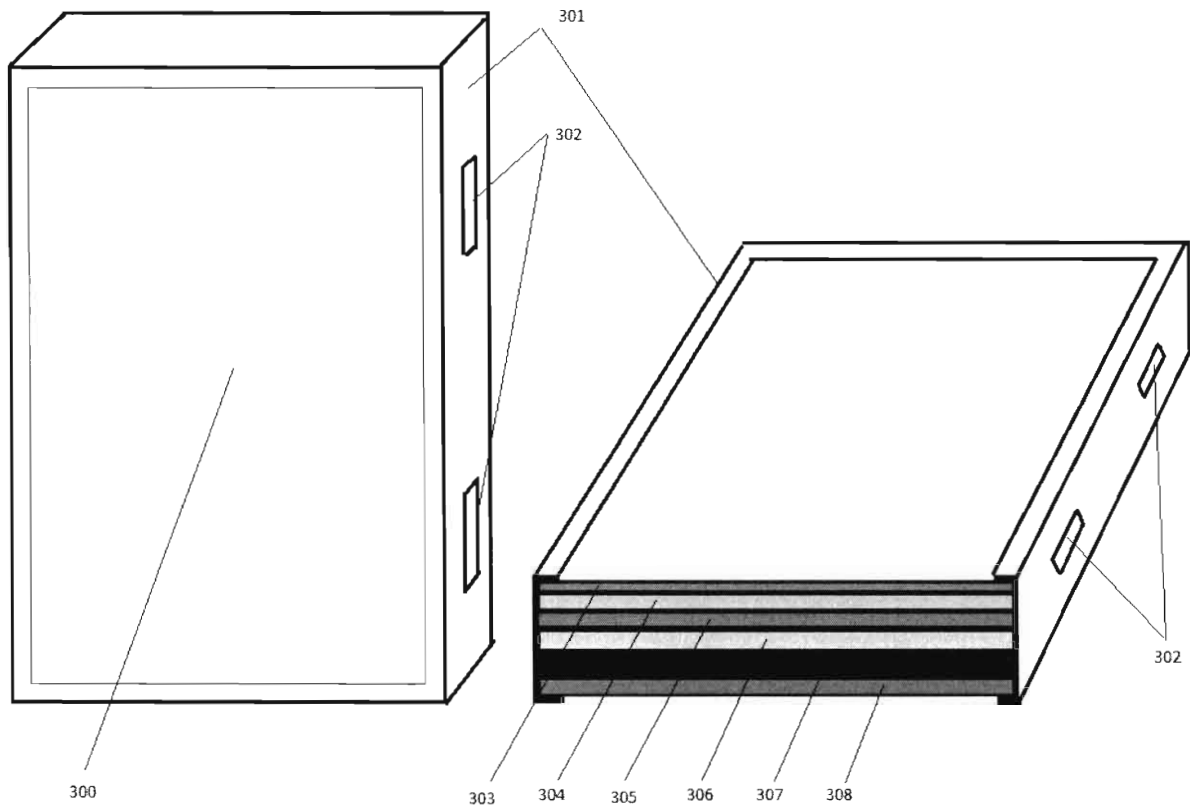


Figura 3