



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00015

(22) Data de depozit: 11.01.2012

(30) Prioritate:
14.01.2011 CA 2727490

(41) Data publicării cererii:
30.04.2013 BOPI nr. 4/2013

(71) Solicitant:
• GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY
CANADA INC., 1160 MONAGHAN ROAD,
PETERBOROUGH, ONTARIO, CA

• LANCASTER LORRIE J.,
1160 MONAGHAN ROAD,
PETERBOROUGH, ONTARIO, CA;
• MURPHY DAVE J., 1160 MONAGHAN
ROAD, PETERBOROUGH, ONTARIO, CA;
• WILSON SHAWN M., 1160 MONAGHAN
ROAD, PETERBOROUGH, ONTARIO, CA

(74) Mandatar:
ROMINVENT S.A., STR. ERMIL
PANGRATTI NR.35, SECTOR 1,
BUCUREȘTI

(72) Inventatori:

(54) ANSAMBLU PLATFORMĂ MOBILĂ VERTICAL PENTRU UN
REACTOR NUCLEAR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un ansamblu platformă mobilă vertical, pentru un reactor nuclear. Ansamblul conform invenției are un miez de reactor cu scuturi de capăt și canale de combustibil care se extind orizontal, între scuturi, incluzând cel puțin o platformă principală, având o suprafață portantă superioară, poziționată adiacent unuia dintre scuturi, și cel puțin o platformă auxiliară, poziționată adiacent cu platforma principală, un prim mecanism de poziționare având un prim element de antrenare, cuplându-se, antrenează platforma principală către niște prime poziții predeterminate de-a lungul unui prim traseu care se extinde vertical, iar un al doilea mecanism de are pe verticală, având un al doilea element de antrenare, se cuplează și antrenează platforma auxiliară către niște poziții secundare predeterminate de-a lungul unui al doilea traseu care se extinde vertical, platforma auxiliară permițând încărcarea și descărcarea pe și de pe cel puțin o platformă principală ori de câte ori poziția secundă corespunde cu prima poziție, iar ansamblul platformă poate fi utilizat în zona de operare a unei punți peste zona reactorului poziționat la fiecare dintre scuturile de capăt ale unui reactor nuclear.

Revendicări: 38
Figuri: 15

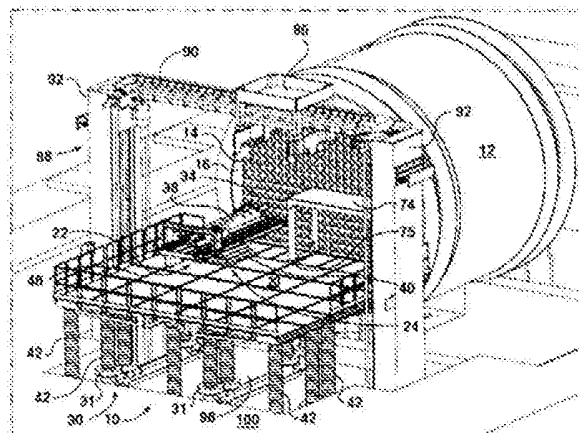
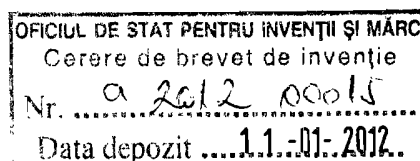


Fig. 15

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).





ANSAMBLU PLATFORMĂ MOBILĂ VERTICAL PENTRU UN REACTOR NUCLEAR

Prezenta invenție se referă la un ansamblu pentru reabilitarea sau renovarea unui reactor nuclear și în particular la un ansamblu de retubare prin îndepărtarea componentelor canalelor de combustibil degradate din canalele de combustibil și introducerea unor componente noi de canal de combustibil în canalele de combustibil pentru reactoarele nucleare având canale de combustibil orizontale. Prezenta invenție se referă, de asemenea, la un ansamblu pentru întreținerea și repararea unui reactor nuclear.

Un reactor nuclear cu canalele de combustibil dispuse orizontal, cum ar fi un reactor nuclear de tip CANDU™ are mai multe sute de canale de combustibil care sunt supuse degradării asociate cu timpul. Durata medie de viață a unui reactor nuclear CANDU este de aproximativ 30 de ani de funcționare. Cheia pentru extinderea duratei de viață a reactorului cu încă aproximativ 30 de ani implică închiderea reactorului și înlocuirea componentelor degradate ale canalelor de combustibil, un proiect denumit în mod obișnuit retubare sau renovare. Componentele îndepărtate sunt extrem de radioactive, iar mediul de lucru din cupola reactorului este de asemenea periculos. Înlocuirea tradițională a canalelor de combustibil implică mulți muncitori în cupola reactorului nuclear, ce lucrează cu scule controlate manual în sarcinile de proces prescrise.

Cupola reactorului nuclear poate avea o mașină existentă de alimentare cu combustibil poziționată în aceasta pentru realizarea operațiunilor de realimentare cu combustibil. Mașinile de realimentare cu combustibil sunt susținute adesea de un ansamblu punte peste zona reactorului care include o pereche de turnuri distanțate și o punte ce se extinde orizontal susținută de turnuri. Un astfel de

ansamblu punte este prezentat în brevetul canadian CA 1218770. Ansamblul punte ocupă o valoare substanțială a spațiului din cupola reactorului nuclear. În trecut, îndepărtarea ansamblului punte a fost efectuată în vederea recuperării unui anumit spațiu ocupat de ansamblul punte astfel încât să găzduiască echipamentul de retubare în cupola reactorului. Totuși, îndepărtarea unui ansamblu punte dintr-un reactor nuclear pentru a asigura spațiu pentru echipamentul de retubare este costisitoare și consumatoare de timp.

Este de dorit astfel asigurarea unui ansamblu destinat pentru utilizarea în interiorul cupolei reactorului care facilitează utilizarea unor scule automatizate în cupolă și în care operația de retubare sau întreținere nu este împiedicată de un ansamblu punte peste zona reactorului existent.

Prezenta invenție se referă la un ansamblu pentru reabilitarea sau renovarea unui reactor nuclear și în particular la un sistem de retubare pentru îndepărtarea componentelor de canale de combustibil degradate din canalele de combustibil și introducerea unor componente noi ale canalelor de combustibil în interiorul canalelor de combustibil pentru reactoarele nucleare având canale de combustibil orizontale. Prezenta invenție se referă, de asemenea, la un ansamblu pentru întreținerea și repararea unui reactor nuclear.

Prezenta invenție asigură un ansamblu platformă pentru un reactor nuclear având un miez de reactor cu canale de combustibil ce se extind orizontal între scuturile de capăt ale miezului de reactor. O punte peste zona reactorului este poziționată la fiecare din scuturile de capăt. Puntea peste zona reactorului are o zonă de operare. Ansamblul platformă este operabil cel puțin parțial în interiorul punții peste zona reactorului și independent de puntea peste zona reactorului. Ansamblul platformă include cel puțin o platformă principală având o suprafață portantă superioară poziționată adiacent unuia din scuturile de capăt ale miezului de reactor. Un mecanism de poziționare pe verticală cuplează acea cel puțin o platformă principală. Elementul de antrenare este cuplat cu mecanismul de poziționare pe verticală pentru antrenarea acelei cel puțin o platformă principală către primele poziții predeterminate de-a lungul unui traseu ce se extinde vertical.

Cel puțin o platformă auxiliară poate fi poziționată adiacent de acea cel puțin o platformă principală. Un al doilea mecanism de poziționare pe verticală se cuplează cu acea cel puțin o platformă auxiliară. Un al doilea element de antrenare este cuplat cu cel de-al doilea mecanism de poziționare pe verticală

pentru antrenarea acelei cel puțin o platformă auxiliară către poziții secunde predeterminate de-a lungul unui al doilea traseu ce se extinde vertical pentru a permite încărcarea și descărcarea pe și de pe acea cel puțin o platformă principală ori de câte ori una din pozițiile secunde predeterminate corespunde cu una din primele poziții predeterminate.

Mecanismul de poziționare pe verticală poate include cel puțin un element de poziționare extensibil pe verticală ce cuplează acea cel puțin o platformă principală pe dedesubtul platformei principale. Elementul de antrenare poate fi cuplat cu elementul de poziționare extensibil pe verticală pentru antrenarea elementului și acelei cel puțin o platformă principală către primele poziții predeterminate de-a lungul traseului ce se extinde vertical. O multitudine de elemente extensibile vertical poate fi utilizată pentru susținerea unei încărcături pe platforma principală.

Cel de-al doilea mecanism de poziționare pe verticală poate include cel puțin un element de poziționare ce se extinde vertical ce cuplează acea cel puțin o platformă auxiliară pe dedesubtul platformei auxiliare. Cel de-al doilea element de antrenare poate fi cuplat cu elementul de poziționare extensibil vertical pentru antrenarea elementului și acelei cel puțin o platformă auxiliară către pozițiile secunde predeterminate de-a lungul traseului ce se extinde vertical. O multitudine de elemente extensibile vertical poate fi utilizată pentru susținerea unei încărcături pe platforma auxiliară.

Ansamblul platformă poate include o multitudine de platforme principale fiecare având o suprafață portantă superioară adiacentă scuturilor de capăt ale miezului reactorului. O multitudine de mecanisme de poziționare pe verticală poate fi cuplată cu cele corespondente din multitudinea de platforme principale. Elementul de antrenare este cuplat cu fiecare din multitudinea de mecanisme de poziționare pe verticală pentru antrenarea platformelor principale către respectivele prime poziții predeterminate de-a lungul traseului ce se extinde vertical. Fiecare din platformele principale poate fi poziționabilă independent de-a lungul diferitelor trasee ce se extind vertical. Fiecare din platformele principale poate fi poziționabilă independent de-a lungul aceluiași traseu ce se extinde vertical și la unele diferite din primele poziții predeterminate.

Cel puțin un ansamblu manipulator al canalelor de combustibil poate fi susținut pe suprafața superioară a uneia sau mai multor platforme principale

pentru manipularea componentelor canalelor de combustibil în timpul unei operațiuni de retubare. Cel puțin un dispozitiv de întreținere și reparare poate fi susținut pe suprafața superioară a uneia sau mai multor platforme principale pentru inspectarea și repararea componentelor în timpul unei operațiuni de reparare.

Ansamblurile manipulator ale canalelor de combustibil și dispozitivele de întreținere și reparare pot fi încărcate și descărcate pe și de pe cea cel puțin o platformă principală prin intermediul acelei cel puțin o platformă auxiliară.

Ansamblul platformă poate include o multitudine de platforme auxiliare poziționate adiacent de cel puțin una din multitudinea de platforme principale. O multitudine de mecanisme secundare de poziționare pe verticală cuplează o platformă corespondentă din multitudinea de platforme auxiliare. Un element de antrenare a platformelor auxiliare este cuplat cu fiecare din mecanismele secundare de poziționare pe verticală pentru antrenarea fiecăreia din multitudinea de platforme auxiliare către respectiv pozițiile secundare predeterminate de-a lungul respectivelor trasee ce se extind vertical.

Într-un alt aspect al invenției este prevăzut un ansamblu platformă pentru un reactor nuclear având un miez de reactor cu canale de combustibil ce se extind orizontal între scuturile de capăt ale miezului de reactor. Ansamblul platformă include cel puțin o platformă principală având o suprafață portantă superioară poziționată adiacent unuia din scuturile de capăt ale miezului de reactor și cel puțin o platformă auxiliară poziționată adiacent de cea cel puțin o platformă principală. Un prim mecanism de poziționare pe verticală ce cuplează cea cel puțin o platformă principală. Un prim element de antrenare este cuplat cu primul mecanism de poziționare pe verticală pentru antrenarea acelei cel puțin o platformă principală către primele poziții predeterminate de-a lungul unui prim traseu ce se extinde vertical. Un al doilea mecanism de poziționare pe verticală cuplează cea cel puțin o platformă auxiliară. Un al doilea element de antrenare este cuplat cu al doilea mecanism de poziționare pe verticală pentru antrenarea acelei cel puțin o platformă auxiliară către poziții secundare predeterminate de-a lungul unui al doilea traseu ce se extinde vertical pentru a permite încărcarea și descărcarea pe și de pe cea cel puțin o platformă principală ori de câte ori una din pozițiile secundare predeterminate corespunde cu una din primele poziții predeterminate.

O rețea de șine poate fi cuplată cu cea cel puțin o platformă principală și cea cel puțin o platformă auxiliară și poate distanța cel puțin o porțiune a acelei cel puțin o platformă principală și cea cel puțin o platformă auxiliară într-o primă direcție orizontală paralelă cu canalele de combustibil ce se extind orizontal și o a doua direcție orizontală perpendiculară în raport cu canalele de combustibil ce se extind orizontal.

Cel puțin un ansamblu manipulator al canalelor de combustibil sau un dispozitiv de întreținere și reparare poate fi montat pe rețeaua de șine. Un element de antrenare al manipulatorului sau un element de antrenare al dispozitivului de întreținere și reparare este cuplat cu ansamblul manipulator al canalelor de combustibil sau respectiv dispozitivul de întreținere și reparare. Elementul de antrenare deplasează selectiv ansamblul manipulator al canalelor de combustibil sau dispozitivul de întreținere și reparare pe rețeaua de șine în prima direcție orizontală și a doua direcție orizontală.

Rețeaua de șine poate fi continuă între fiecare din platformele principale și fiecare din platformele auxiliare. Rețeaua de șine poate fi de asemenea continuă între platformele principală și auxiliară.

Pentru o mai bună înțelegere a naturii și obiectivelor prezentei invenții poate fi făcută referire, cu titlu de exemplu, la desenele anexate, în care:

Figura 1 este o vedere în perspectivă a unui ansamblu exemplificativ de canale de combustibil;

Figura 2 este o vedere în perspectivă a unui ansamblu exemplificativ de retubare a unui reactor nuclear;

Figura 3 este o vedere în perspectivă a unui ansamblu de retubare având o multitudine de manipuloare de canale de combustibil pe platforma principală;

Figura 4 este o vedere în secțiune a unui exemplu de realizare a rețelei de șine;

Figura 5 este o vedere în secțiune a unui exemplu de realizare a rețelei de șine;

Figura 6 este o vedere în secțiune a rețelei de șine cu un ansamblu cremalieră și pinion;

Figura 7 este o vedere în secțiune a unui exemplu de realizare a rețelei de șine;

Figura 8 este o vedere laterală a unui element de antrenare cu inducție liniar;

Figura 9 este o vedere laterală a unei role cuplată cu rețeaua de șine;

Figura 10 este o vedere în perspectivă a plăcii rotative;

Figura 11 este o vedere în perspectivă a unui ansamblu de retubare având o platformă auxiliară;

Figura 12 este o vedere în perspectivă a unui ansamblu de retubare având o multitudine de platforme principale și o multitudine de platforme auxiliare;

Figura 13 este o vedere în perspectivă a ansamblului de retubare prezentând o multitudine de platforme principale distanțate vertical adiacente de scutul de capăt al reactorului;

Figura 14 este o vedere laterală a unui ansamblu de retubare având o multitudine de platforme principale; și

Figura 15 este o vedere în perspectivă a ansamblului de retubare dintr-un ansamblu punte peste zona reactorului.

Prezenta invenție se referă la un ansamblu pentru reabilitarea sau renovarea unui reactor nuclear și în particular la un ansamblu de retubare prin îndepărtarea componentelor canalelor de combustibil degradate din canalele de combustibil și introducerea unor componente noi de canal de combustibil în canalele de combustibil pentru reactoarele nucleare având canale de combustibil orizontale. Prezenta invenție se referă, de asemenea, la un ansamblu pentru întreținerea și repararea reactoarelor nucleare.

Referindu-ne la Figura 1, componentele de combustibil ce trebuie înlocuite în cadrul unei operațiuni de retubare sunt prezentate pentru fiecare canal de combustibil din reactor. Fiecare din canalele de combustibil **14** (Fig. 2) include componente de canal de combustibil, componente ale fierbătorului tubular și componente ale dispozitivului de alimentare. Componentele canalului de combustibil pot include unul sau mai multe dintre următoarele componente: un capac de canal **1**, o inserție de etanșare a capacului **2** pentru etanșarea capacului de canal, cuplaje ale dispozitivului de alimentare **3**, tuburi de căptușire **4** pentru ghidarea combustibilului în interiorul canalului, corpuri racord de capăt **5** pentru susținerea componentelor canalului, lagăre exterioare (nereprezentate), mănunchiuri de combustibil **11**, un tub de presiune **8** pentru susținerea

mănunchiurilor de combustibil **11** și a agentului de răcire, un tub al fierbătorului **9** pentru susținerea tubului de presiune **8**, distanțiere inelare **7** pentru separarea tubului de presiune **8** și al tubului fierbătorului **9**, lagăre interioare (nerepresentate) pentru susținerea racordului de capăt, dopuri de protecție **17** și tuburi ale rețelei de scuturi de capăt **19**, burdufuri inelare ale canalului **21** și un ansamblu de poziționare **23** pentru susținerea unui capăt al fiecărui canal într-o poziție fixă. În timpul unei operațiuni de retubare, componentele degradate sau deteriorate ale canalelor de combustibil sunt îndepărtate din canalul de combustibil și sunt înlocuite cu componente noi. În Figura 1, canalul de combustibil este prezentat ca extinzându-se în interiorul miezului fierbătorului între scuturile de capăt **16**. Fiecare din scuturile de capăt **16** are plăcile de tub interioară și exterioară **16a**, **16b**. Corpurile de racord de capăt sau racordurile de capăt **5** se extind din tuburile de rețea **19** în scutul de capăt **16** și în afara scutului de capăt **16** și în exteriorul plăcilor de tub exterioare **16b**.

Referindu-ne la Fig. 2, este prezentat un ansamblu de retubare a reactorului nuclear **10**. Ansamblul **10** poate fi utilizat nu doar pentru operațiunile de retubare ci și pentru întreținerea sau repararea reactorului. Întreținerea poate include, spre exemplu, munca de întreținere în reactor în timpul opririi, întreținerea anormală în timpul unei opriri neprogramate sau renovării precum și componenta de inspectare și asistență sau suport al muncitorilor din mediul reactorului în timpul operațiunii de întreținere și reparare. Ansamblul de retubare **10** poate fi montat fie pe un dig **98** (prezentat în Fig. 15), fie pe stația de beton existentă **100** și este poziționat adiacent miezului **12** reactorului nuclear care este supus operației de retubare. De preferință, reactorul nuclear este un reactor nuclear de tip CANDUTM. Miezul reactorului **12** include o multitudine de canale de combustibil **14** ce se extind orizontal între scuturile de capăt **16** ale miezului reactorului **12**. În scopuri ilustrative, este prezentat doar un singur scut de capăt **16**. În circumstanțe de funcționare normale, racordurile de capăt ale canalelor de combustibil **5** (Fig. 1) sunt asociate cu conductele ce se extind în afara scutului de capăt **16**. Totuși, în vederea simplificării desenelor, sunt prezentate doar două sau mai puține racorduri de capăt **5** și conductele lor. Astfel, deși referirea este făcută la canale de combustibil **14**, deschiderile tuburilor rețelei prezentate reprezintă locația unde canalele de combustibil **14** din Fig. 1 sunt situate în scutul de capăt **16**.

Ansamblul de retubare **10** include cel puțin o platformă principală **18** având o suprafață portantă superioară **20** poziționată adiacent scutului de capăt **16** al miezului reactorului **12**. Platforma principală **18** se extinde într-o primă direcție orizontală **26** paralelă cu canalele de combustibil orizontale și o a doua direcție orizontală **28** perpendiculară în raport cu canalele de combustibil orizontale. Unul sau mai multe ansambluri manipulator pentru canalele de combustibil **22** sunt montate pe suprafața superioară **20** a platformei **18**. În exemplul de realizare din Fig. 2, este prezentat doar un singur ansamblu manipulator pentru canalele de combustibil **22** montat pe platforma **18**. Ansamblul de retubare **10** din Fig. 3 prezintă două ansambluri manipulator **22** montate pe platforma principală **18**. Platforma principală **18** susține ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22** într-o poziție verticală în care acesta poate manipula componentele canalului de combustibil pentru unul sau mai multe canale de combustibil **14** în timpul operațiunii de retubare. Ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22** poate include una sau mai multe scule de manipulare a canalului de combustibil **34** montate pe acesta. Sculele de manipulare a canalului de combustibil **34** pot avea o varietate de configurații pentru efectuarea sarcinilor specifice în timpul operațiunii de retubare. Ansamblul manipulator **22** cuplează componentele canalului de combustibil pentru a efectua îndepărtarea lor din și introducerea în canalul de combustibil **14**. Ansamblul manipulator **22** poate fi configurat de asemenea pentru manipularea componentelor odată îndepărtate sau ce trebuie introduse în canalele **14**. Ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22** este configurabil și reconfigurabil pentru aplicații specifice variind de la mai multe sarcini identice desfășurate pe canale **14** paralele la sarcini secvențiale efectuate pe un singur canal **14**.

În exemplul de realizare prezentat în Fig. 2, ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22** include o paletă **36** montată pe suprafața superioară **20** a platformei principale **18**. Ansamblul manipulator **22** include suplimentar un cărucior de scule **38** montat pe paletă **36** și având sculele de manipulare a canalului de combustibil **34** cuplate cu acesta. Primul element de antrenare **24** este cuplat cu paleta **36** pentru deplasarea selectivă a ansamblului manipulator **22** pe suprafața superioară **20** a platformei principale **18** într-o direcție orizontală având cel puțin o primă componentă de direcție orizontală **26** (direcția z) paralelă în raport cu canalele de combustibil **14** ce se extind orizontal și o a doua

componentă de direcție orizontală **28** (direcția x) perpendiculară în raport cu canalele de combustibil **14** ce se extind orizontal. Ansamblul manipulator **22** poate fi deplasat pe suprafața superioară **20** în diagonală, într-o manieră diferită de cea în diagonală sau într-o manieră curbilinie în raport cu canalele de combustibil **14**. În exemplul de realizare prezentat în Fig. 2, primul element de antrenare **24** include roțile **40** dependente de paleta **36** și susținând paleta **36** pe suprafața superioară **20** a platformei principale **18**. Roțile **40** reprezintă un mecanism de deplasare pentru ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22** pentru deplasarea selectivă pe suprafața superioară **20** în prima direcție orizontală **26** și cea de-a doua direcție orizontală **28** astfel că ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22** poate fi poziționat în raport cu canalele de combustibil **14** ce se extind orizontal la nivelul scutului de capăt **16** al miezului reactorului și pentru re poziționarea ansamblului manipulator pentru canalele de combustibil **22** în timpul operațiunii de retubare. Primul element de antrenare **24** poate fi cuplat în schimb cu suprafața superioară **20** a platformei principale **18**. Rotația roților este controlată de servo-motoare care pot include motoare cu discuri electrice sau un motor electric și un tren de antrenare, de exemplu. Trebuie înțeles faptul că orice formă adecvată de control al mișcării elementului de antrenare poate fi utilizată pentru exemplul de realizare prezentat.

În Fig. 6 este prezentat un exemplu de realizare a primului element de antrenare **24** în care un mecanism cu cremalieră și pinion **37** este cuplat cu paleta **36**. Mecanismul cu cremalieră și pinion **37** include o roată dințată sau pinion **39** rotativ circular având dinți care angrenează cu adânciturile **51** de pe o cremaliera liniară **43** incorporată în suprafața superioară **20** a platformei **18**. Roata **41** este cuplată cu paleta **36** și se cuplează cu o șină **54** incorporată în platforma suport **18**. Mișcarea de rotație aplicată la pinionul **39** va determina paleta **36**, și astfel ansamblul manipulator **22**, să se deplaseze liniar de-a lungul cremalierei și șinei **54**. Șina **54** are o canelură **45** sau o adâncitură în aceasta în formă de U sau în formă de V. Proeminențele **47** în formă de U sau în formă de V se extind din roata **41** și corespund cu canelura. Proeminențele și canelura cooperează pentru a asigura stabilitate laterală și o poziționare mai sigură pentru roata **41** cuplată în șina **54**.

În Fig. 8 este prezentat un exemplu de realizare în care primul element de antrenare **24** este un element de antrenare cu inducție liniar **55** în care forța

liniară este produsă prin trecerea unui curent de la o sursă de energie (nereprezentată în Figuri) prin una sau mai multe șine **54** (sau în mod alternativ o șină centrală dintre șinele de ghidare) cuplate cu platforma principală pentru inducerea unui câmp magnetic ca răspuns la curentul electric ce trece de-a lungul șinei. Paleta **36** are cuplată la aceasta un conductor magnetic **57** sensibil la câmpul magnetic. Paleta **36** este deplasată liniar de-a lungul șinelor **54** pentru a deplasa ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22**.

Ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22** pot fi deplasate selectiv în prima și a doua direcție **26**, **28** pe suprafața **20** a platformei principale **18** în timpul operațiunii de retubare. Acest grad de deplasare asigură poziționarea precisă a ansamblului manipulator pentru canalele de combustibil **22** în raport cu canalele de combustibil **14** ale căror componente trebuie îndepărtate sau înlocuite. Mișcarea în direcția **z** asigură, în particular, un grad suplimentar de control și operabilitate pentru ansamblul de retubare **12**. Utilizând mișcarea în direcția **z**, poate fi modificată distanța dintre ansamblul manipulator **22** și scutul de capăt **16** al reactorului. În consecință, ansamblul manipulator **22** poate fi poziționat la o distanță optimă de canalul de combustibil **14** dorit pentru îndepărtarea și introducerea componentelor canalului de combustibil. Poziționarea ansamblului manipulator în direcția **z** poate asigura, de asemenea, spațiul de lucru pentru ansamblul manipulator pentru deplasarea componentelor ce trebuie introduse sau îndepărtate sau pentru ca un muncitor să lucreze în zona ansamblului manipulator de pe platforma **18**. În plus, mișcarea în direcția **z** asigură avantajul că mai multe ansambluri manipulator pentru canalele de combustibil **22** pot fi desfășurate pentru a lucra pe o singură platformă **18** în același timp. Prin utilizarea spațiului disponibil de pe suprafața superioară **20** a platformei principale **18** în direcția **z**, manipuloarele **22** se pot deplasa unele peste altele atunci când este necesar. În consecință, două ansambluri manipulator **22**, spre exemplu, pot fi desfășurate cu configurații identice pentru retubarea mai multor canale **14** în paralel, sau pot fi desfășurate cu configurații diferite pentru realizarea unor sarcini complexe care necesită o varietate de scule finalizare. Utilizând prezenta invenție, operațiunea de retubare poate fi îndeplinită într-o manieră mai eficientă și mai rapidă.

În figura 2, scutul de radiație **74** este montat pe suprafața superioară **20** a platformei principale **18**. Scutul de radiație **74** este poziționat între scutul de capăt

16 al reactorului și suprafața superioară **20** pentru reducerea expunerii suprafeței superioare **20** la radiația provenind de la miezul reactorului **12**. În consecință, un muncitor (nereprezentat) de pe platforma **18** va avea o expunere redusă la radiație atunci când lucrează pe platforma **18**. Scutul de radiație **74** poate include un element de antrenare **75** cuplat cu una din suprafața superioară **20** a platformei principale **18** și scutul de radiație **74** pentru deplasarea selectivă a scutului de radiație **74** pe suprafața superioară **20** a platformei principale **18**, într-o altă direcție orizontală având cel puțin o altă componentă decât cea a primei componente de direcție orizontală **26** și cea de-a doua componentă de direcție orizontală **28**. Elementul de antrenare **75** al scutului de radiație poate include orice element de antrenare adecvat.

Ansamblul de retubare **10** poate include, de asemenea, elemente de securitate pentru reducerea riscului pentru muncitorii care lucrează în mediul reactorului nuclear sau pentru reducerea riscului de deteriorare a echipamentului din mediul reactorului nuclear. Elementele de securitate pot fi automate sau acționate de muncitori și pot varia în funcție de configurația ansamblului **10** și de echipamentul utilizat pentru operațiunea de retubare. Spre exemplu, platforma principală **18** poate include balustrade pentru susținerea muncitorilor care lucrează pe suprafața superioară **20**, puncte de adăpostire pentru situația de întrerupere a protecției și comenzile de oprire de urgență.

Ansamblul de retubare **10** include unul sau mai multe mecanisme de poziționare pe verticală **30** care pot fi cuplate fie cu platforma principală **18** fie cu ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22** pentru ridicarea sau coborârea ansamblului manipulator **22** într-o poziție verticală predeterminată în raport cu scutul de capăt **16** al reactorului și canalul de combustibil **14**. În Fig. 2, mecanismul de poziționare pe verticală **30** este cuplat cu platforma principală **18**. Al doilea element de antrenare **31** este cuplat cu mecanismul de poziționare pe verticală **30** pentru antrenarea platformei principale **18** într-o poziție predeterminată de-a lungul traseului ce se extinde vertical **32**.

De preferință, mecanismul de poziționare pe verticală **30** este un mecanism Spiralift™ disponibil de la Paco Spiralift Inc. Fig. 2 prezintă un mecanism de poziționare pe verticală **30** parțial extins cu un design Spiralift. Spiralift este un actuator liniar mecanic capabil să adopte o poziție extinsă și o poziție retrasă într-o direcție verticală. Actuatorul utilizează un arc din oțel plat

flexibil, spiralat care se extinde odată cu introducerea unei benzi subțiri din oțel spiralat orientată vertical. Arcul include dinți care se interblochează cu deschiderile corespundente de pe bandă. Introducerea benzii în interiorul spirei formează o coloană care se extinde vertical pentru susținerea unei încărcături. Arcul plat este stocat la baza liftului, iar banda orientată vertical este stocată într-o magazie rotativă adiacentă arcului stocat. Al doilea element de antrenare **31**, cum ar fi un motor adecvat, este cuplat cu un dinte și un lagăr canelat de la baza liftului pentru rotirea spirei și benzii în jurul unei axe verticale centrale. Dintele susține roțile care separă înfășurările arcului înfășurat atunci când acesta este rotit. Motorul învârtă dintele care alimentează arcul plat peste roțile suport pentru a extinde înfășurările arcului. Banda este introdusă pentru a face contact și a se interbloca cu dinții arcului. Arcul și banda sunt cuplate continuu până ce este atinsă poziția verticală dorită a elementului de poziționare extensibil pe verticală **42**. Retragera elementului **42** este realizată prin inversarea mișcării de rotație a arcului și benzii pentru decuplarea arcului și benzii. Acestea dezasamblează coloana pentru a reduce înălțimea elementului **42**. Elementul de poziționare extensibil pe verticală **42** se cuplează sau sprijină platforma principală **18** pe dedesubtul platformei principale **18**. Al doilea element de antrenare **31** extinde elementul de poziționare extensibil **42** în vederea poziționării platformei principale **18** într-o poziție predeterminată de-a lungul traseului ce se extinde vertical **32**.

Un alt mecanism de poziționare pe verticală **30**, adecvat poate include o macara hidrolică sau pneumatică. Totuși, un astfel de mecanism va necesita ca cilindrul de ridicare să fie îngropat sub platforma **18**. Este preferat un mecanism Spiralift deoarece acesta are un design compact și nu necesită asigurarea de spațiu pentru ca un cilindru să se extindă sub platformă.

Fig. 3 prezintă un exemplu de realizare în care mecanismul de poziționare pe verticală **30** este cuplat cu ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22**. Ca și în Fig. 2, ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22** include un cărucior de scule **38** montat la paleta **36** și sculele de manipulare a canalului de combustibil **34** cuplate cu căruciorul **38**. Pasul, abaterea și rotirea fiecărei scule de manipulare a canalului de combustibil **34** sunt controlabile pentru a asigura alinierea și poziționarea precisă a sculelor **34**. Cuplarea dintre paleta **36** și căruciorul de scule **38** este separabilă. Fig. 3 prezintă mecanismul de poziționare pe verticală **30** montat pe paleta **36** pentru ridicarea

căruciorului **38** și a sculelor **34** de-a lungul traseului ce se extinde vertical **32**. În acest exemplu de realizare, mecanismul de poziționare pe verticală **30** preferat este un actuator liniar mecanic, vertical cum ar fi un mecanism Spiralift. Căruciorul de scule **38** este cuplat cu elementul de poziționare extensibil pe verticală **42**.

Cuplarea între căruciorul **38** și sculele de manipulare **34** este de asemenea separabilă. Un mecanism de poziționare pe verticală **30** poate fi poziționat între căruciorul **38** și sculele **34** pentru ridicarea sculelor **34** de-a lungul traseului ce se extinde vertical **32** fără a fi nevoie să se ridice căruciorul **38**.

Mecanismele de poziționare pe verticală **30** pot fi incluse în una sau mai multe locații din ansamblul **10**. Spre exemplu, Fig. 3 prezintă un prim element de poziționare extensibil pe verticală **42** și un al doilea element de antrenare **31** pentru ridicarea și coborârea căruciorului **38** și a sculelor de manipulare a canalului de combustibil **34** și un alt element de poziționare extensibil pe verticală **42** și un al doilea element de antrenare **31** pentru ridicarea și coborârea platformei principale **18** prin angrenarea sau rezemarea de dedesubt a platformei principale **18**. În această manieră, poziționarea ansamblului manipulator pentru canalele de combustibil **22** de-a lungul traseului ce se extinde vertical **32** în raport cu canalele de combustibil **14** poate fi realizată cu un grad suplimentar de control comparativ cu utilizarea doar a unui singur mecanism de poziționare pe verticală **30**. Totuși, trebuie înțeles faptul că poziționarea pe verticală a uneia dintre platforma **18** sau a ansamblului manipulator **22** în raport cu platforma **18** poate fi suficientă pentru operațiunea de retubare.

În Figurile 2 și 3, o rețea de șine **48** este cuplată cu platforma principală **18** pentru asigurarea unui ghidaj pentru mișcarea ansamblului manipulator pentru canalele de combustibil **22** pe suprafața superioară **20** a platformei principale **18** în prima direcție **26** și a doua direcție **28**. Rețeaua de șine **48** poate fi incorporată sau situată la același nivel cu suprafața superioară **20** sau se poate extinde deasupra suprafeței superioare **20**. Mai mult, rețeaua de șine **48** poate fi continuă cu podeaua pe stația **100** astfel că echipamentul poate fi încărcat și descărcat la nivelul solului. Această încărcare/descărcare poate cuprinde paleta **36**, căruciorul **38** și sculele **34** împreună sau, poate cuprinde căruciorul **38** și sculele **34** separabile de paleta **36**, sau pur și simplu sculele **34**. Rețeaua de șine **48** este prezentată sub forma unei configurații de rețea cu zăbrele în Figurile 2 și 3, și este prezentată în detaliu în Figurile 4, 5, 6 și 7. De preferință, rețeaua de șine **48** se

27

extinde între muchiile opuse ale platformei **18** în prima direcție **26** paralelă cu canalele de combustibil **14** ce se extind orizontal și a doua direcție **28** perpendiculară în raport cu canalele de combustibil **14** ce se extind orizontal.

Totuși, rețeaua de șine **48** nu trebuie în mod obligatoriu să acopere în întregime distanța dintre muchiile opuse ale platformei și nici nu este necesar ca rețeaua de șine **48** să fie dispusă pe suprafața superioară **20** în direcțiile paralelă sau perpendiculară în raport cu canalele de combustibil **14** ce se extind orizontal. Rețeaua de șine **48** poate fi dispusă în seturi diagonale de șine în raport cu canalele de combustibil **14** sau poate urmări un traseu curbiliniu pe suprafața superioară **20**. Rețeaua **48** acoperă cel puțin o porțiune a platformei **18** în prima direcție orizontală **26** și cel puțin o porțiune a platformei în cea de-a doua direcție orizontală **28** pentru a asigura un interval de deplasare pentru ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22** pentru a ajunge la canalele de combustibil **14** dorite pentru operațiunea de retubare.

Șinele rețelei de șine **48** sunt distanțate pentru a permite mecanismului de deplasare **40**, pe muchiile inferioare ale paletelor **36** aparținând ansamblului manipulator **22**, să se cupleze cu șinele și să se deplaseze de-a lungul acestora. Pentru poziționarea ansamblului manipulator **22** pe suprafața superioară **20**, ansamblul manipulator **22** se deplasează de-a lungul rețelei de șine **48** pe una din prima direcție **26** și cea de-a doua direcție **28**. Ansamblul manipulator **22** poate fi deplasat selectiv către poziția dorită în raport cu scutul de capăt **16** al reactorului în acea direcție. Apoi, mecanismul de deplasare **40** este inversat cu 90 de grade pentru a se cupla cu rețeaua de șine **48** ce se extinde în cealaltă direcție dintre prima direcție **26** și cea de-a doua direcție **28**. Ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22** poate fi poziționat apoi în raport cu scutul de capăt **16** al reactorului în cealaltă dintre direcțiile **26**, **28**. Acest proces poate fi repetat așa cum este necesar până ce este atinsă poziția predeterminată a ansamblului manipulator **22** pe suprafața superioară **20**.

În exemplul de realizare prezentat în Fig. 4, rețeaua de șine **48** este o rețea de grinzi cu zăbrele **50**. Rețeaua de grinzi cu zăbrele **50** este formată din șinele **54** ce se extind de-a lungul suprafeței superioare **20** a platformei **18**. Mecanismul de deplasare **40** este o roată **41** cuplată cu paleta **36** a ansamblului manipulator **22** (nereprezentat în Fig. 4). Șinele **54** sunt distanțate pentru a permite roților ansamblului manipulator **22** să se cupleze cu acestea. În acest exemplu de

realizare, roata **41** este adaptată pentru cuplarea cu o șină **54** a rețelei de grinzi **50** care este fixată securizat la platforma principală **18** prin intermediul mijloacelor de fixare **56** adecvate. Rețeaua de grinzi **50** din Fig. 4 se extinde către în sus din suprafața superioară **20**. În mod alternativ, rețeaua de grinzi **50** poate fi incorporată în platforma principală **18**.

O rețea de șine incorporată **48** este ilustrată în exemplul de realizare din Fig. 5. Platforma principală **18** are locașurile **58** ce se extind parțial prin aceasta pentru a forma rețeaua de șine **48**. Roțile **41** sunt cuplate cu paleta **36** și sunt poziționate în locașurile **58**. Roțile **41** sunt montate la paleta **36** printr-un ansamblu pivotant **62**. Roțile **41** susțin manipulatorul de canale de combustibil **22** atunci când acesta este deplasat în una dintre prima și cea de-a doua direcție **26**, **28**. Când ansamblu manipulator de canale **22** trebuie deplasat în cealaltă dintre prima și cea de-a doua direcție **26**, **28**, orientarea roții **41** poate fi modificată cu 90 de grade prin ansamblul pivotant **62** pentru a permite poziționarea roților **41** în locașul **58** ce se extinde în cealaltă dintre cele două direcții **26**, **28** de pe suprafața **20** a platformei principale **18**.

Într-un exemplu de realizare alternativ prezentat în Fig. 7, rețeaua de șine **48** este situată la același nivel cu suprafața superioară **20** a platformei principale **18**. Roata **41** este montată la paleta **36** prin ansamblul pivotant **62**, așa cum este prezentat în Fig. 5. Rețeaua de șine **48** include benzile de ghidare **64**. Benzile de ghidare **64** sunt distanțate în perechi pe suprafața **20** și se extind în paralel pentru a forma rețeaua de șine **48** în prima și cea de-a doua direcție **26**, **28**. Roțile **41** sunt poziționate între benzile de ghidare **64** și se rotesc pentru a permite ansamblului manipulator al canalelor de combustibil **22** să fie poziționate în una dintre prima și cea de-a doua direcție **26**, **28**, orientarea roții **41** putând fi modificată cu 90 de grade prin ansamblul pivotant **62** pentru a permite poziționarea ansamblului manipulator al canalelor de combustibil **22** în cealaltă dintre direcțiile **26**, **28** pe de suprafața superioară **20** a platformei principale **18**.

De preferință, paleta **36** pentru ansamblul manipulator **22** este un sistem din seria patru Track Mate Hilman Rollers **76**, așa cum este disponibil de la Hilman Incorporated. Cele patru role **76** sunt poziționate pentru a susține fiecare o zonă de colț a ansamblului manipulator **22** pe rețeaua de șine **48**. O rolă adecvată **76** este ilustrată în Fig. 9. Rolele Track Mate Series Hilman **76** sunt proiectate cu corpul de rolă **77** susținut de rolele cu flanșe **78** în scopul auto-alinierii pe calea

de rulare de bară plană **80**. Calea de rulare tip bară plană **80** este un exemplu de rețea de șine **48** și poate fi solidară cu sau securizată în mod adecvat la platforma principală **18**. Hilman Roller poate utiliza un ansamblu cremalieră și pinion **37** cum ar fi cel prezentat în Fig. 6 și calea de rulare de tip bară plană **80** poate coopera cu un astfel de ansamblu cremalieră și pinion. Spre exemplu, calea de rulare de tip bară plană **80** din Fig. 10 are o bară de angrenare liniară **43** având adânciturile **51** pentru cuplarea cu un pinion corespondent **37**. De preferință, rolele Track Mate **76** sunt utilizate cu accesoriul Hilman Turntable **82** care este solidar cu calea de rulare de tip bară plană **80** și care cooperează cu rola **76** drept un mecanism de comutare pentru a permite rolei **76** să-și realizeze rotațiile. Accesoriul Hilman Turntable este disponibil de asemenea de la Hilman Inc. Masa rotativă **82** este ilustrată în detaliul din Fig. 10. Masa rotativă **82** este poziționată la intersecțiile **84** dintre căile de rulare **80** ce se extind în prima direcție **26** și cea de-a doua direcție **28**. Deoarece o rolă **76** este poziționată la fiecare intersecție, o placă rotativă **82** este necesară pentru fiecare din cele patru role **76** pentru modificarea direcției de deplasare a ansamblului manipulator **22** pe calea de rulare de tip bară plană **80**. Masa rotativă **82** este circulară și poate fi rotită cu valori de 90 de grade și are un segment de calea de rulare de tip bară plană **86** cuplat cu aceasta care se extinde de-a lungul diametrului plăcii rotative **82**. Diametrul plăcii rotative **82** are o dimensiune cel puțin suficientă pentru a permite roților **78** aparținând rolei **76** să fie susținută pe segmentul de cale de rulare **86** ce se extinde transversal pe acesta. În funcționare, rola Hilman **76** deplasează ansamblului manipulator **22** de-a lungul căii de rulare de tip bară plană **80** într-una din prima și cea de-a doua direcție **26**, **28** până ce fiecare dintre cele patru role **76** este poziționată pe un segment de cale de rulare **86** al plăcii rotative **82**. Dacă este necesară o modificare de direcție, fiecare din plăcile rotative **82** se rotește cu 90 de grade pentru a-și modifica segmentele lor asociate de cale de rulare **86** dintr-una din prima și a doua direcție **26**, **28** către o a doua dintre direcțiile **26**, **28**. Rețeaua de șine **48** poate include o placă rotativă **82** la toate dintre intersecțiile de șine **84** sau poate include o placă rotativă **82** la una dintre intersecțiile predeterminate dintre intersecțiile de șine **84**. În plus, deși căile de rulare **80** din Fig. 10 sunt dispuse la 90 de grade, mesele rotative **82** pot fi rotative cu orice increment dorit pentru comutarea între seturile de căi de rulare **80** ale reței de șine **48** indiferent de unghiul dintre ele. Ansamblul manipulator de canale **22** poate fi blocat pe poziție

pe calea de rulare de tip bară plană **80** prin rotirea celor două role **76** cu 90 de grade în raport cu celelalte două role **76** astfel că axele celor două role cu flanșe **78** dintre cele două role **76** sunt normale în raport cu axele celor două role cu flanșe **78** dintre celelalte două role **76**. În această manieră, ansamblul manipulator **22** nu se poate deplasa în nici o direcție pe suprafața superioară **20** până ce roțile nu sunt deblocate astfel că axele lor asociate sunt paralele unele în raport cu altele.

Într-un alt aspect al ansamblului de retubare **10**, o platformă auxiliată **66** este poziționată adiacent de platforma principală **18**, așa cum este prezentat în Fig. 11 astfel încât platforma principală **18** este poziționată între scutul de capăt **16** și platforma auxiliară **66**. Platforma auxiliară **66** este o platformă secundară care poate fi utilizată, sub forma unui exemplu, pentru ridicarea sculelor, alimentări și alte materiale, cum ar fi spre exemplu, ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22**, sau orice porțiune decuplată a acestuia și a noilor componente de canal de combustibil la platforma principală **18** în timpul operației de încărcare. Platforma auxiliară **66** poate fi utilizată, de asemenea, pentru descărcarea componentelor degradate care au fost îndepărtate din canalele de combustibil **14** sau pentru coborârea spre exemplu a ansamblului manipulator pentru canalele de combustibil **22**, sau a oricărei porțiuni decuplată a acestuia, sau a sculelor care nu mai sunt necesare pe platforma principală **18** pentru operațiunea de retubare. Platforma auxiliară **66** poate fi utilizată de asemenea ca un lift pentru muncitorii sau echipamentul ce trebuie transportat pe platforma principală **18**.

Utilizarea platformei auxiliare reduce nevoia pentru întreruperea operației de retubare pentru încărcarea și descărcarea platformei principale **18**. Fără platforma auxiliară **66**, platforma principală **18** trebuie coborâtă la stația de beton **100**, sau la nivelul solului, unde componentele degradate ale canalelor de combustibil care au fost îndepărtate sau ansamblurile manipulator pentru canalele de combustibil **22** care nu mai sunt necesare pot fi descărcate și pot fi încărcate componentele noi și manipulatorele **22** necesare. Totuși, deoarece o funcție a platformei auxiliare **66** este să transporte articole pe platforma principală **18** sau să le îndepărteze de pe platforma principală **18**, atunci când este nevoie, încărcarea și descărcarea unui ansamblu manipulator **22** sau a componentelor canalului de combustibil poate fi realizată ori de câte ori poziția verticală a

platformei auxiliare **66** corespunde cu poziția verticală a platformei principale **18**. În consecință, platforma principală **18** poate funcționa într-o poziție predeterminată de-a lungul traseului ce se extinde vertical **32** în timp ce orice încărcare și descărcare la nivelul solului este realizată prin intermediul platformei auxiliare **66**.

Un al doilea mecanism de poziționare pe verticală **68** se cuplează cu platforma auxiliară **66**. Al doilea element de antrenare **31** este cuplat cu al doilea mecanism de poziționare pe verticală **68** pentru antrenarea platformei auxiliare **66** într-o poziție predeterminată de-a lungul unui al doilea traseu ce se extinde vertical **70** care este paralel cu primul traseu ce se extinde vertical **32** pentru platforma principală **18**. Mecanismul de poziționare pe verticală **68** pentru platforma auxiliară **66** poate include orice mijloace de poziționare adecvate, incluzând mecanisme de poziționare pneumatice, hidraulice sau mecanice. De preferință, al doilea mecanism de poziționare pe verticală **68** este un actuator liniar mecanic cum ar fi Spiralift. În Fig. 12, mecanismul de poziționare pe verticală **68** include cel puțin un element de poziționare extensibil pe verticală **72** care cuplează sau sprijină platforma auxiliară **66** de dedesubtul platformei auxiliare **66**. Al doilea element de antrenare **31** extinde elementul de poziționare extensibil **72** și poziționează platforma auxiliară **66** într-o poziție predeterminată de-a lungul traseului ce se extinde vertical **70**. Platforma **66** poate urca sau coborî într-o poziție predeterminată într-o manieră controlabilă.

Ansamblul **10** prezentat în Fig. 12 include o multitudine de platforme principale **18** și o multitudine de platforme auxiliare **66**. Platformele principale **18** și platformele auxiliare **66** pot susține unul sau mai multe containere de depozitare sau flacoane **79** pentru depozitarea materialului de eliminat. Trebuie înțeles faptul că unul sau mai multe ansambluri manipulator pentru canalele de combustibil **22** pot fi susținute pe suprafețele superioare **20** ale platformelor principale **18**. Fiecare din platformele principale **18** și platformele auxiliare **66** este cuplată cu mecanismele de poziționare pe verticală **30**, **68** asociate. Fiecare dintre platformele principale **18** și platformele auxiliare **66** este poziționabilă independent de-a lungul traseului său ce se extinde vertical **32**, **70** prin intermediul mecanismelor de poziționare pe verticală **30**, **68** asociate.

O rețea de șine **48** este cuplată cu și continuă cu suprafața superioară **20** a fiecăreia din platformele principale și platformele auxiliare **66**. Rețeaua de șine **48**

acoperă suprafața superioară **20** a fiecăreia dintre platformele principale **18** și platformele auxiliare **66**. Rețeaua de șine **48** este continuă între platforme pentru a permite mișcarea ansamblurilor manipulatorie **22** sau a altui echipament între platformele principale **18**, între platformele auxiliare **66** sau între o platformă principală **18** și o platforma auxiliară **66** atunci când platformele sunt poziționate în aceeași poziție predeterminată de-a lungul traseelor asociate ce se extind vertical **32**, **70**.

Ansamblul de retubare **10** din Fig. 13 include o multitudine de platforme principale **18** adiacente scutului de capăt **16** al miezului de reactor **12**. Platformele principale **18** sunt distanțate vertical unele de altele într-o poziție predeterminată diferită de-a lungul traseului ce se extinde vertical **32**. Fiecare din platformele principale **18** poate fi staționară în respectivele poziții de-a lungul traseului ce se extinde vertical **32** sau poate fi poziționabilă independent de-a lungul aceluiași traseu ce se extinde vertical **32** și la unele diferite din pozițiile predeterminate. Platformele **18** pot fi poziționabile prin intermediul mecanismelor de poziționare pe verticală **30** ce se cuplează cu fiecare din platformele principale **18**. O rețea de șine **48** este cuplată cu și continuă cu suprafața superioară **20** a fiecăreia din platformele principale **18** și platformele auxiliare **66**. Fiecare din platformele principale **18** are unul sau mai multe ansambluri manipulator pentru canalele de combustibil **22** montate pe aceasta.

Fig. 14 prezintă un exemplu de realizare având două platforme suport principale **18**. Fiecare dintre platformele **18** sunt susținute de mecanismele de poziționare pe verticală **30** asociate. Cele două platforme **18** sunt într-un aranjament „suprapuse” în care platforma superioară **18** se extinde suplimentar în direcția perpendiculară orizontală **28** comparativ cu platforma inferioară **18** iar platforma superioară **18** se află într-o poziție verticală mai sus decât platforma inferioară **18**. Platforma superioară **18** este ridicată și coborâtă de un mecanism de poziționare pe verticală **30** care este exterior în raport cu mecanismul de poziționare pe verticală **30** al platformei inferioare **18**. În consecință, cele două platforme **18** pot fi poziționate de-a lungul traseului său ce se extinde vertical **32** independent una de alta. Platformele **18** nu pot ocupa aceeași poziție verticală iar platforma inferioară **18** nu poate atinge poziția verticală care este mai înaltă decât platforma superioară **18**. Pot fi utilizate măsuri de oprire de siguranță adecvate pe una sau pe ambele platforme **18** pentru reducerea riscului pentru muncitorii care

lucrează pe platforma inferioară **18**. Aceste măsuri de siguranță, spre exemplu, pot include senzori de proximitate pentru prevenirea ca platformele superioară și inferioară **18** să facă contact una cu alta sau să poată preveni funcționarea platformelor **18** într-o proximitate predeterminată una în raport cu alta.

Într-un exemplu de realizare a ansamblului de întreținere și reparare, un dispozitiv de întreținere și reparare poate fi cuplat cu suprafața superioară **20** a platformei principale **18** în locul unui ansamblu manipulator **22**. În mod alternativ, atât un dispozitiv de întreținere și reparare cât și un ansamblu manipulator **22** pot fi poziționate pe suprafața superioară **20**. Dispozitivul de întreținere și reparare este similar cu ansamblul manipulator **22** și poate fi utilizat cu platforma principală **18** și platforma auxiliară **66** în oricare dintre exemplele de realizare discutate anterior în legătură cu ansamblul manipulator **22**. Totuși, sculele pentru dispozitivul de întreținere și reparare sunt pentru o varietate de sarcini care nu pot fi realizate de ansamblul manipulator **22**.

Un element de antrenare similar cu cel utilizat pentru ansamblul manipulator **22** este cuplat cu una din suprafețele superioare **20** ale platformei principale **18** și dispozitivul de întreținere și reparare pentru deplasarea selectivă a dispozitivului de întreținere și reparare pe suprafața superioară **20** a platformei principale **18** într-o direcție orizontală având cel puțin o primă componentă de direcție orizontală **26** paralelă cu canalele de combustibil ce se extind orizontal **14** și o a doua componentă de direcție orizontală **28** perpendiculară în raport cu canalele de combustibil ce se extind orizontal **14**.

Într-o manieră similară cu ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil **22**, dispozitivul de întreținere și reparare poate include o paletă montată pe suprafața superioară **20** a platformei principale **18**. Ansamblul de întreținere și reparare include suplimentar un cărucior de scule montat pe paletă și având sculele de întreținere și reparare **34** cuplate cu acesta. Sculele de întreținere și reparare includ cel puțin o sculă care poate fi utilizată pentru repararea, inspectarea, renovarea sau întreținerea oricărui component sau piesă a echipamentului din mediul reactorului nuclear. Sculele de întreținere și reparare pot include, de asemenea, scule configurate să ajute muncitorii din mediul reactorului cu operațiunile de întreținere sau reparare precum și scule pentru transportul și manipularea componentelor din mediul reactorului.

Dispozitivul de întreținere și reparare poate fi cuplat cu un mecanism de poziționare pe verticală și într-o manieră similară cu cea descrisă anterior și ilustrată în legătură cu ansamblul manipulator pentru canalele de combustibil. În consecință, dispozitivul de întreținere și reparare sau sculele acestuia pot fi ridicate sau coborâte într-o poziție predeterminată de-a lungul unui traseu ce se extinde pe verticală. Mai mult, pasul, abaterea și rularea sculelor de întreținere și reparare pot fi controlate precis.

Fig. 15 prezintă un ansamblu punte peste zona reactorului **88** în mediul un ansamblu de retubare **10** a unui reactor nuclear. Ansamblul punte peste zona reactorului **88** include o punte peste zona reactorului **90** susținută la fiecare capăt de turnurile de susținere **92** pentru ridicarea și coborțrea punții **90**. Puntea susține un cărucior **96** pentru realizarea operațiunilor de realimentare pe canalele de combustibil **14** ale reactorului. Puntea **90** este prezentată în poziția sa cea mai de sus cu platforma principală **18** funcționând sub puntea **90**. Platforma **18** se extinde între turnurile suport **92** ale ansamblului punte **88** și poate fi ridicată sau coborâtă într-o poziție predeterminată de-a lungul traseului ce se extinde vertical **32** fără a interfera cu puntea peste zona reactorului **90**. Deoarece platforma **18** în scopul realizării operațiunilor de retubare nu este restricționată de ansamblul punte peste zona reactorului **88**, poate să nu fie necesar să se îndepărteze ansamblul punte **88** din mediul reactorului nuclear pentru a realiza operațiunea de retubare. Îndepărtarea ansamblului punte **88** este o operațiune costisitoare și consumatoare de timp. În consecință, utilizarea prezentei invenții permite realizarea operațiunilor de retubare sau întreținere și reparații într-o manieră mai puțin costisitoare și mai rapidă.

Deși ansamblul de retubare și ansamblul de întreținere și reparare **10** au fost descrise ca având o platformă principală **18** cu un ansamblu manipulator pentru canalele de combustibil **22** sau un dispozitiv de întreținere și reparare pe suprafața superioară **20** a acesteia, trebuie înțeles faptul că ansamblul de retubare sau ansamblul de întreținere și reparare **10** pot include simplu o platformă principală **18** și un mecanism de poziționare pe verticală **30** care cuplează platforma suport **18** pentru poziționarea platformei principale la o poziție predeterminată de-a lungul traseului ce se extinde vertical **70**. Platforma **18** nu necesită în mod obligatoriu ca ansamblul manipulator **22** sau un dispozitiv de întreținere și reparare să fie montat pe aceasta. Platforma **18** poate fi utilizată

pentru susținerea și transportul muncitorilor și a echipamentului în timpul operațiunilor de întreținere și reparare a reactorului nuclear. În consecință, se situează în domeniul prezentei invenții asigurarea unei platforme cu care poate fi poziționat în poziții predeterminate de-a lungul unui traseu ce se extinde vertical în direcția y.

Nu se situează în afara domeniului prezentei invenții ca ansamblul manipulator **22** sau ansamblul de întreținere și reparare să fie cuplat cu un vehicul ghidat autonom, capabil să se deplaseze în mediul reactorului nuclear. Primul element de antrenare pentru ansamblul manipulator sau ansamblul de întreținere sau reparare poate fi un motor și roțile de antrenare a transmisiei ale vehiculului pentru deplasarea ansamblului în prima și a doua direcție **26, 28** pe suprafața superioară a platformei principale **18**. Un mecanism de poziționare pe verticală **30** adecvat poate fi cuplat cu unul sau cu ambele dintre vehicul și ansamblul cuplat cu acesta pentru ridicarea și coborârea ansamblului sau a sculelor acestuia într-o poziție predeterminată de-a lungul unui traseu ce se extinde vertical. Astfel, prezenta invenție poate fi desfășurată pe suprafața superioară fără nevoia unei rețele de șine cuplată cu suprafața superioară.

Deși invenția a fost descrisă în termenii diferitelor exemple de realizare specifice, persoanele de specialitate în domeniu vor recunoaște faptul că prezenta invenție poate fi implementată cu modificări situate în spiritul și scopul prezentei invenții așa cum este dezvăluită în cadrul de față.

REVENDICĂRI

1. Ansamblu platformă pentru un reactor nuclear având un miez de reactor cu canale de combustibil ce se extind orizontal între scuturile de capăt ale miezului de reactor, o punte peste zona reactorului poziționată la fiecare din scuturile de capăt, puntea peste o zonă reactorului având o zonă de operare, **caracterizat prin aceea că** ansamblul platformă este operabil cel puțin parțial în interiorul punții peste zona reactorului și independent de puntea peste zona reactorului, ansamblul platformă fiind **caracterizat prin**:

- cel puțin o platformă principală având o suprafață portantă superioară poziționată adiacent unuia din scuturile de capăt ale miezului de reactor;

- un mecanism de poziționare pe verticală ce cuplează cea cel puțin o platformă principală; și

- un element de antrenare cuplat cu mecanismul de poziționare pe verticală pentru antrenarea acelei cel puțin o platformă principală către primele poziții predeterminate de-a lungul unui traseu ce se extinde vertical.

2. Ansamblu platformă conform revendicării 1, **caracterizat** suplimentar prin:

- cel puțin o platformă auxiliară poziționată adiacent de cea cel puțin o platformă principală;

- un al doilea mecanism de poziționare pe verticală ce se cuplează cu cea cel puțin o platformă auxiliară; și

- un al doilea element de antrenare cuplat cu cel de-al doilea mecanism de poziționare pe verticală pentru antrenarea acelei cel puțin o platformă auxiliară către poziții secunde predeterminate de-a lungul unui al doilea traseu ce se extinde vertical pentru a permite încărcarea și descărcarea pe și de pe cea cel

puțin o platformă principală ori de câte ori una din pozițiile secundare determinate corespunde cu una din primele poziții determinate.

3. Ansamblu platformă conform revendicării 1, **caracterizat** suplimentar prin:

- cel puțin un ansamblu manipulator al canalelor de combustibil susținut pe suprafața superioară a acelei cel puțin o platformă principală pentru manipularea componentelor canalelor de combustibil în timpul operațiunii de retubare.

4. Ansamblu platformă conform revendicării 1, **caracterizat** suplimentar prin:

- cel puțin un dispozitiv de întreținere și reparare susținut pe suprafața superioară a acelei cel puțin o platformă principală pentru inspectarea și repararea componentelor în timpul unei operațiuni de întreținere și reparare.

5. Ansamblu platformă conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că:**

- mecanismul de poziționare pe verticală include cel puțin un element de poziționare extensibil vertical ce cuplează acea cel puțin o platformă principală pe dedesubtul platformei principale; și

- elementul de antrenare este cuplat cu elementul de poziționare extensibil vertical pentru antrenarea elementului și acelei cel puțin o platformă principală către primele poziții determinate de-a lungul traseului ce se extinde vertical.

6. Ansamblu platformă conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că:**

- cel de-al doilea mecanism de poziționare pe verticală include cel puțin un element de poziționare ce se extinde vertical ce cuplează acea cel puțin o platformă auxiliară pe dedesubtul platformei auxiliare; și

- cel de-al doilea element de antrenare este cuplat cu elementul de poziționare extensibil vertical pentru antrenarea elementului și acelei cel puțin o platformă auxiliară către pozițiile secundare determinate de-a lungul traseului ce se extinde vertical.

7. Ansamblu platformă conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** cea cel puțin o platformă principală este poziționată între unul dintre scuturile de capăt ale miezului reactorului și cea cel puțin o platformă auxiliară.

8. Ansamblu platformă conform revendicării 1, **caracterizat** suplimentar prin:

- o multitudine de platforme principale având o suprafață portantă superioară adiacentă scuturilor de capăt ale miezului reactorului;
- o multitudine de mecanisme de poziționare pe verticală cuplate cu cele corespondente din multitudine de platforme principale; și
- elementul de antrenare cuplat cu fiecare din multitudine de mecanisme de poziționare pe verticale pentru antrenarea fiecareia dintre platformele principale către respective prime poziții predeterminate de-a lungul traseului ce se extinde vertical.

9. Ansamblu platformă conform revendicării 8, **caracterizat prin aceea că** fiecare din platformele principale este poziționabilă independent de-a lungul diferitelor trasee ce se extind vertical.

10. Ansamblu platformă conform revendicării 8, **caracterizat prin aceea că** fiecare din platformele principale este poziționabilă independent de-a lungul aceluiași traseu ce se extinde vertical și la unele diferite din primele poziții predeterminate.

11. Ansamblu platformă conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** un ansamblu manipulator al canalelor de combustibil este încărcat și descărcat pe și de pe cea cel puțin o platformă principală prin intermediul acelei cel puțin o platformă auxiliară.

12. Ansamblu platformă conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** un dispozitiv de întreținere și reparare este încărcat și descărcat pe și de pe cea cel puțin o platformă principală prin intermediul acelei cel puțin o platformă auxiliară.

13. Ansamblu platformă conform revendicării 8, **caracterizat** suplimentar prin:

- o multitudine de platforme auxiliare poziționate adiacent de cel puțin una din multitudinea de platforme principale;

- o multitudine de mecanisme secunde de poziționare pe verticală **caracterizate prin aceea că** fiecare din mecanismele secunde de poziționare pe verticală cuplează o platformă corespondentă din multitudinea de platforme auxiliare; și

- un element de antrenare a platformelor auxiliare cuplat cu fiecare din mecanismele secunde de poziționare pe verticală pentru antrenarea fiecăreia din multitudinea de platforme auxiliare către respectiv pozițiile secunde predeterminate de-a lungul respectivelor trasee ce se extind vertical.

14. Ansamblu platformă conform revendicării 1, **caracterizat** suplimentar prin:

- cel puțin un scut de radiații poziționat între scutul de capăt al reactorului și suprafața superioară a cel puțin uneia dintre platformele principale pentru reducerea expunerii suprafeței superioare la radiația provenită de la miezul reactorului.

15. Ansamblu platformă conform revendicării 2, **caracterizat** suplimentar prin:

- cel puțin un scut de radiație poziționat între scutul de capăt al reactorului și o suprafață superioară a cel puțin uneia din platformele auxiliare pentru reducerea expunerii suprafeței superioare la radiația provenită de la miezul reactorului.

16. Ansamblu de retubare conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** cea cel puțin o platformă principală se extinde într-o primă direcție orizontală paralelă cu canalele de combustibil orizontale și într-o a doua direcție orizontală perpendiculară în raport cu canalele de combustibil ce se extind orizontal.

17. Ansamblu de retubare conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea** că acea cel puțin o platformă principală se extinde într-o primă direcție orizontală paralelă cu canalele de combustibil orizontale și într-o a doua direcție orizontală perpendiculară în raport cu canalele de combustibil ce se extind orizontal.

18. Ansamblu platformă pentru un reactor nuclear având un miez de reactor cu canale de combustibil ce se extind orizontal între scuturile de capăt ale miezului de reactor, ansamblul platformă fiind **caracterizat prin:**

- cel puțin o platformă principală având o suprafață portantă superioară poziționată adiacent unuia din scuturile de capăt ale miezului de reactor;
- cel puțin o platformă auxiliară poziționată adiacent de acea cel puțin o platformă principală;
- un prim mecanism de poziționare pe verticală ce cuplează acea cel puțin o platformă principală;
- un prim element de antrenare cuplat cu primul mecanism de poziționare pe verticală pentru antrenarea acelei cel puțin o platformă principală către primele poziții predeterminate de-a lungul unui prim traseu ce se extinde vertical;
- un al doilea mecanism de poziționare pe verticală ce cuplează acea cel puțin o platformă auxiliară; și
- un al doilea element de antrenare cuplat cu al doilea mecanism de poziționare pe verticală pentru antrenarea acelei cel puțin o platformă auxiliară către poziții secunde predeterminate de-a lungul unui al doilea traseu ce se extinde vertical pentru a permite încărcarea și descărcarea pe și de pe acea cel puțin o platformă principală ori de câte ori una din pozițiile secunde predeterminate corespunde cu una din primele poziții predeterminate.

19. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat** suplimentar prin:

- cel puțin un ansamblu manipulator al canalelor de combustibil susținut pe una din suprafețele superioare ale uneia din acele cel puțin o platformă principală și acelei cel puțin o platformă auxiliară pentru manipularea componentelor canalelor de combustibil în timpul operațiunii de retubare.

20. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat** suplimentar prin:

- cel puțin un dispozitiv de întreținere și reparare susținut pe una din suprafețele superioare ale uneia din acele cel puțin o platformă principală și acelei cel puțin o platformă auxiliară pentru inspectarea și repararea componentelor în timpul unei operațiuni de întreținere și reparare.

21. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat prin aceea că:**

- primul mecanism de poziționare pe verticală include cel puțin un element de poziționare extensibil vertical ce cuplează acea cel puțin o platformă principală pe dedesubtul platformei principale; și
- elementul de antrenare este cuplat cu elementul de poziționare extensibil vertical pentru antrenarea elementului și acelei cel puțin o platformă principală către primele poziții predeterminate de-a lungul traseului ce se extinde vertical.

22. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat prin aceea că:**

- cel de-al doilea mecanism de poziționare pe verticală include cel puțin un element de poziționare ce se extinde vertical ce cuplează acea cel puțin o platformă auxiliară pe dedesubtul platformei auxiliare; și
- cel de-al doilea element de antrenare este cuplat cu elementul de poziționare extensibil vertical pentru antrenarea elementului și acelei cel puțin o platformă auxiliară către pozițiile secunde predeterminate de-a lungul traseului ce se extinde vertical.

23. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat prin aceea că** acea cel puțin o platformă principală este poziționată între scutul de capăt al miezului reactorului și acea cel puțin o platformă auxiliară.

24. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat** suplimentar prin:

- o multitudine de platforme principale având fiecare o suprafață portantă superioară adiacentă scutului de capăt al miezului reactorului;

- o multitudine de prime mecanisme de poziționare pe verticală cuplate cu cele corespondente din multitudine de platforme principale; și

- primul element de antrenare cuplat cu fiecare din multitudine de prime mecanisme de poziționare pe verticală pentru antrenarea fiecăreia dintre platformele principale către respectivele prime poziții predeterminate de-a lungul traseului ce se extinde vertical.

25. Ansamblu platformă conform revendicării 24, **caracterizat prin aceea că** fiecare din platformele principale este poziționabilă independent de-a lungul diferitelor prime trasee ce se extind vertical.

26. Ansamblu platformă conform revendicării 24, **caracterizat prin aceea că** fiecare din platformele principale este poziționabilă independent de-a lungul aceluiași prim traseu ce se extinde vertical și la unele diferite din primele poziții predeterminate.

27. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat prin aceea că** un ansamblu manipulator al canalelor de combustibil este încărcat și descărcat pe și de pe cea cel puțin o platformă principală prin intermediul platformei auxiliare.

28. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat prin aceea că** un dispozitiv de întreținere și reparare este încărcat și descărcat pe și de pe cea cel puțin o platformă principală prin intermediul platformei auxiliare.

29. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat prin aceea că** o multitudine de platforme auxiliare sunt poziționate adiacent de cea cel puțin o platformă principală;

- o multitudine de mecanisme secundare de poziționare pe verticală cuplate cu platformele corespondente din multitudine de platforme auxiliare; și

- elementul de antrenare secund cuplat cu fiecare din multitudine de mecanisme secundare de poziționare pe verticală pentru antrenarea fiecăreia din

platformele auxiliare către respectiv pozițiile secunde predeterminate de-a lungul traseului ce se extinde vertical.

30. Ansamblu platformă conform revendicării 29, **caracterizat prin aceea că** fiecare din platformele auxiliare este poziționabilă independent de-a lungul diferitelor trasee secunde ce se extind vertical.

31. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat** suplimentar prin:

- unul sau mai multe scuturi de radiații poziționate între scutul de capăt al reactorului și suprafața superioară a cel puțin uneia dintre platformele principale pentru reducerea expunerii suprafeței superioare la radiația provenită de la miezul reactorului.

32. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat** suplimentar prin:

- unul sau mai multe scuturi de radiații poziționate între scutul de capăt al reactorului și o suprafață superioară a cel puțin uneia din platformele auxiliare pentru reducerea expunerii suprafeței superioare la radiația provenită de la miezul reactorului.

33. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat prin aceea că** aceea cel puțin o platformă principală se extinde într-o primă direcție orizontală paralelă cu canalele de combustibil orizontale și într-o a doua direcție orizontală perpendiculară în raport cu canalele de combustibil ce se extind orizontal.

34. Ansamblu platformă conform revendicării 18, **caracterizat** suplimentar prin:

- o rețea de șine cuplată cu aceea cel puțin o platformă principală și aceea cel puțin o platformă auxiliară și distanțând cel puțin o porțiune a acelei cel puțin o platformă principală și aceea cel puțin o platformă auxiliară într-o primă direcție orizontală paralelă cu canalele de combustibil ce se extind orizontal și o a doua direcție orizontală perpendiculară în raport cu canalele de combustibil ce se extind orizontal.

35. Ansamblu platformă conform revendicării 34, **caracterizat prin aceea că** cel puțin un ansamblu manipulator al canalelor de combustibil este montat pe rețeaua de șine; și

- un element de antrenare al manipulatorului este cuplat cu ansamblul manipulator al canalelor de combustibil pentru deplasarea selectivă a ansamblului manipulator al canalelor de combustibil pe rețeaua de șine în prima direcție orizontală și a doua direcție orizontală.

36. Ansamblu platformă conform revendicării 34, **caracterizat prin aceea că** cel puțin un dispozitiv de întreținere și reparare este montat pe rețeaua de șine; și

- un element de antrenare al dispozitivului de întreținere și reparare este cuplat cu dispozitivul de întreținere și reparare pentru deplasarea selectivă a dispozitivului de întreținere și reparare pe rețeaua de șine în primă direcție orizontală și a doua direcție orizontală.

37. Ansamblu platformă conform revendicării 34, **caracterizat** suplimentar prin:

- o multitudine de platforme principale fiecare poziționabilă independent de-a lungul unor trasee diferite ce se extind vertical; și

caracterizat prin aceea că rețeaua de șine este continuă între fiecare din platformele principale.

38. Ansamblu platformă conform revendicării 34, **caracterizat** suplimentar prin:

- o multitudine de platforme auxiliare fiecare poziționabilă independent de-a lungul unor trasee secunde diferite ce se extind vertical; și

caracterizat prin aceea că rețeaua de șine este continuă între fiecare din platformele auxiliare.

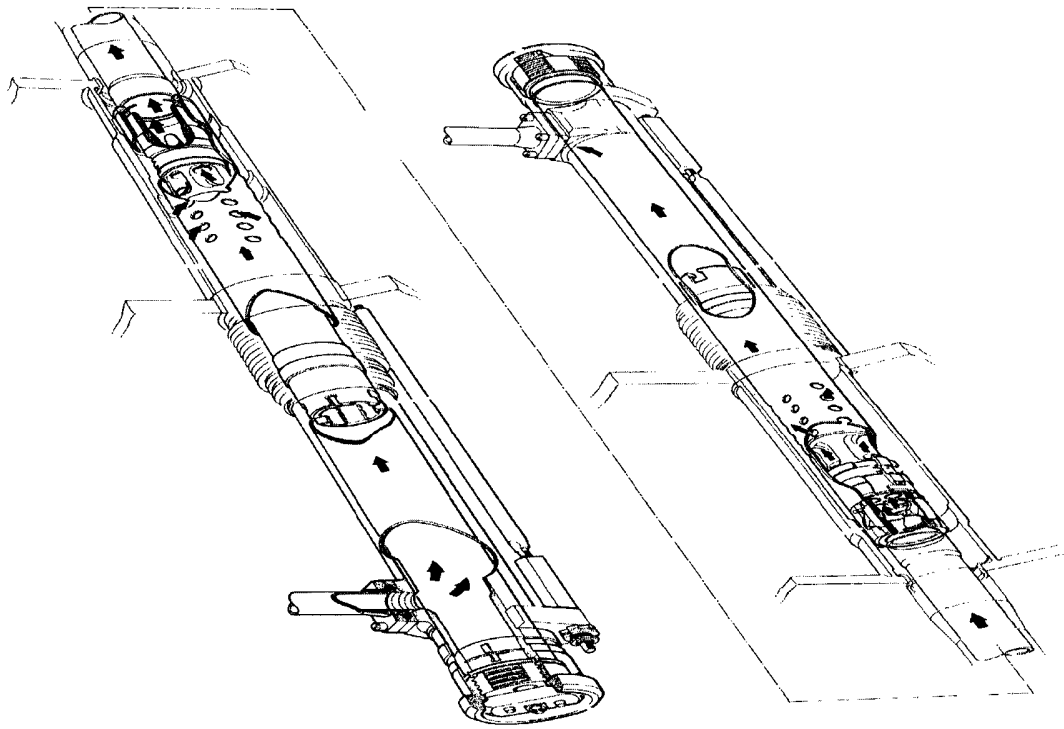
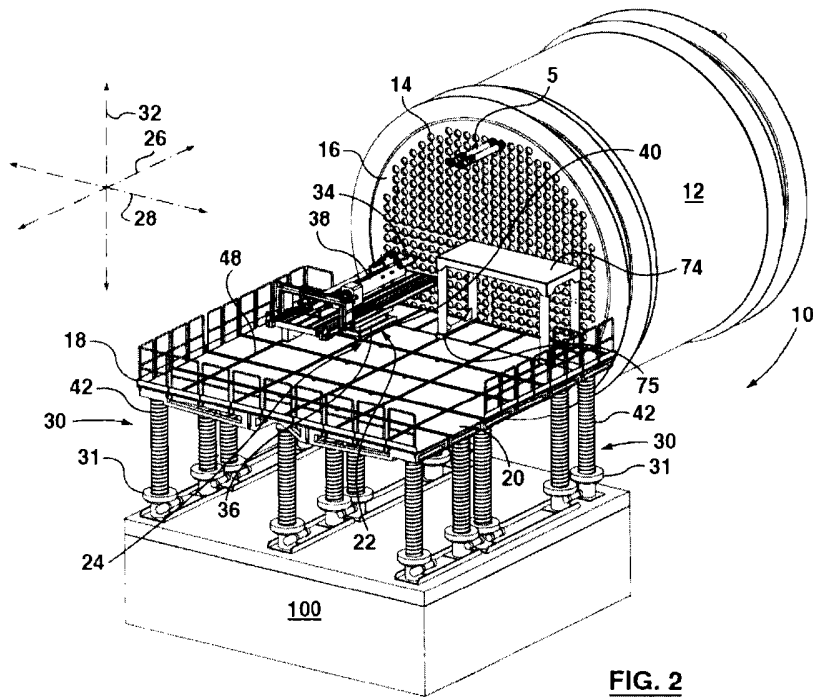
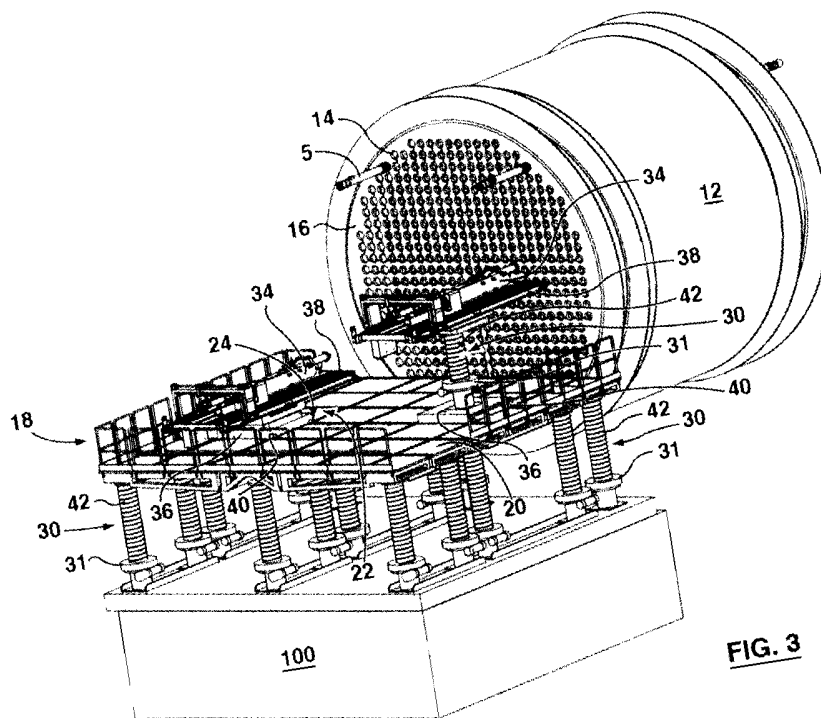


Fig.1





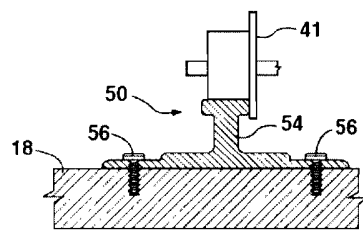


FIG. 4

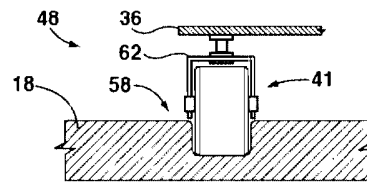


FIG. 5

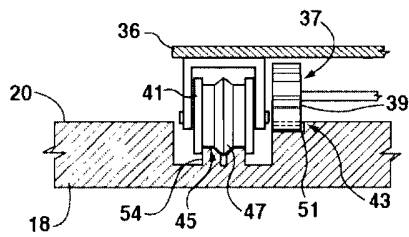


FIG. 6

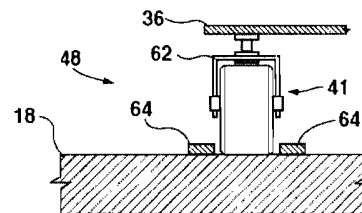


FIG. 7

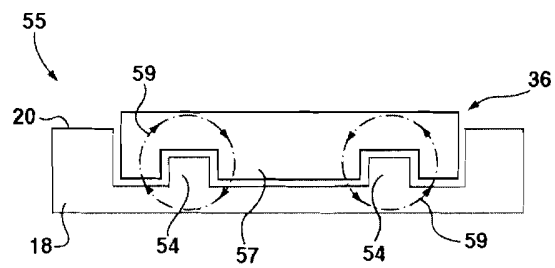


FIG. 8

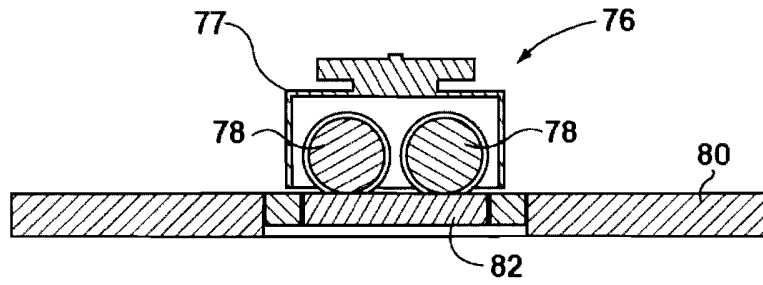


FIG. 9

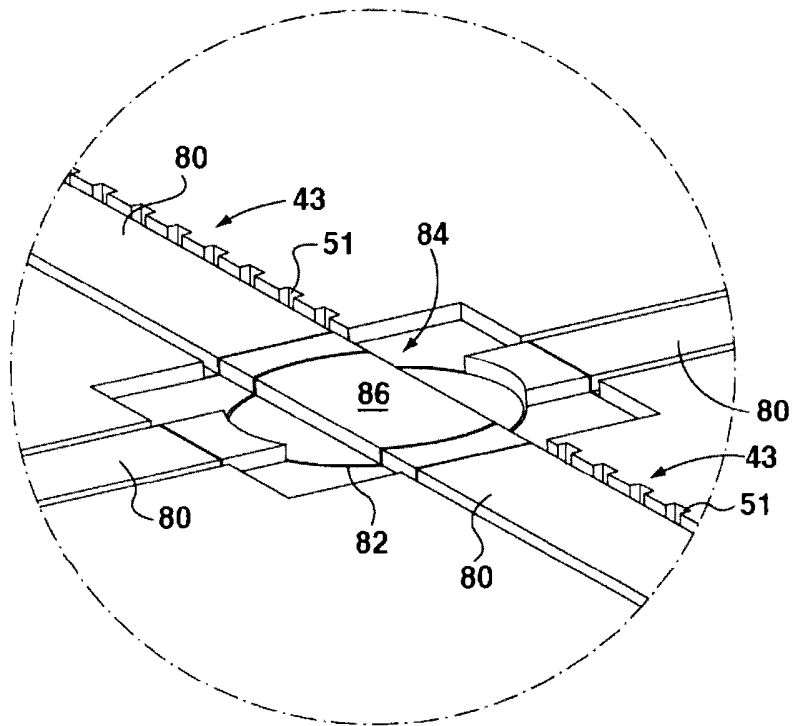
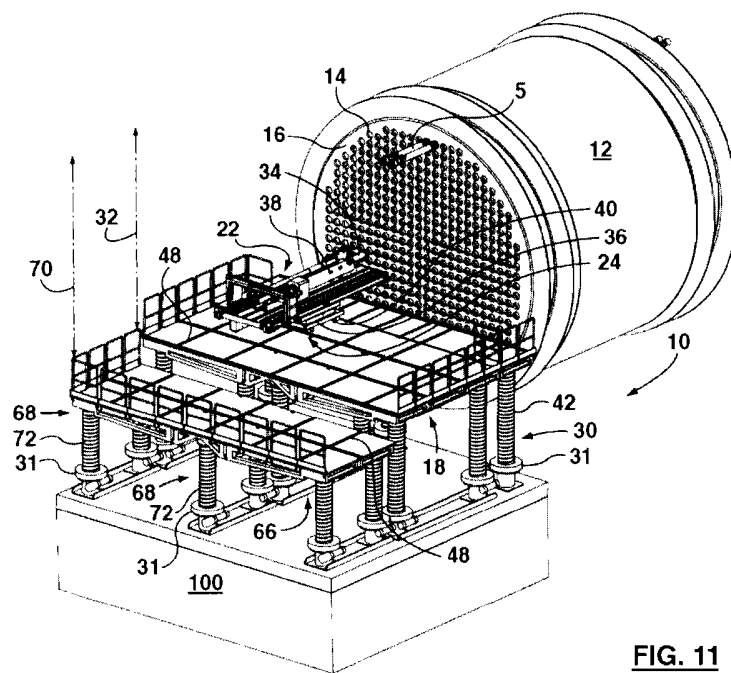
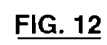
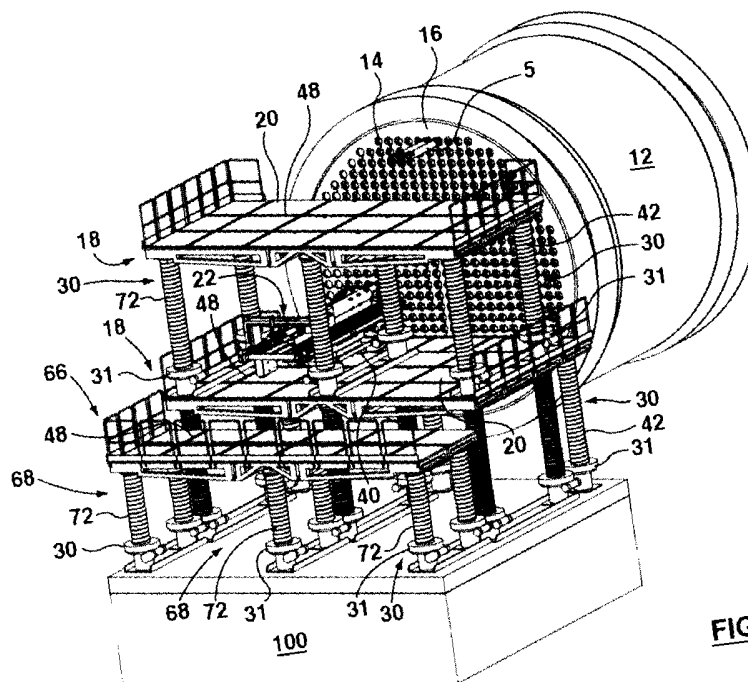


FIG. 10







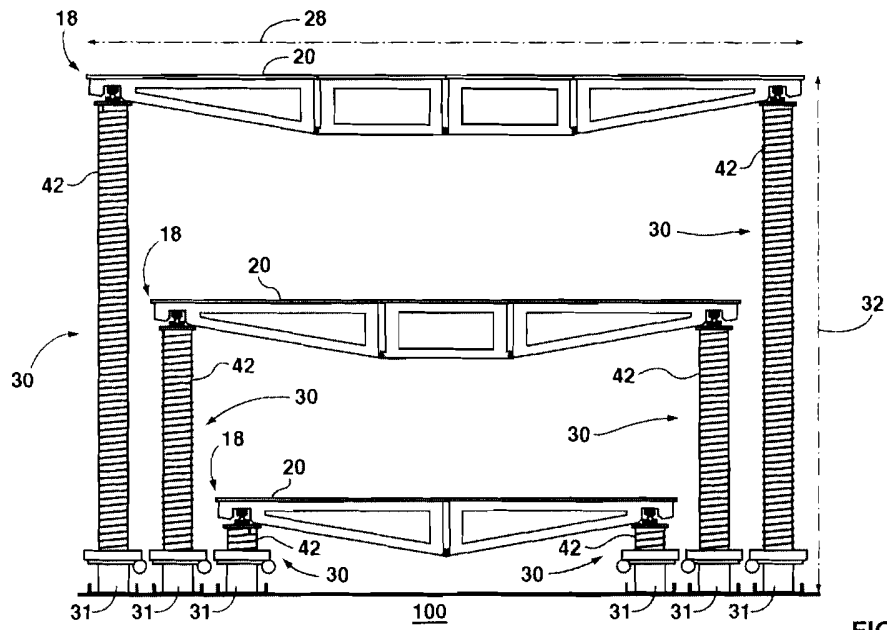


FIG. 14

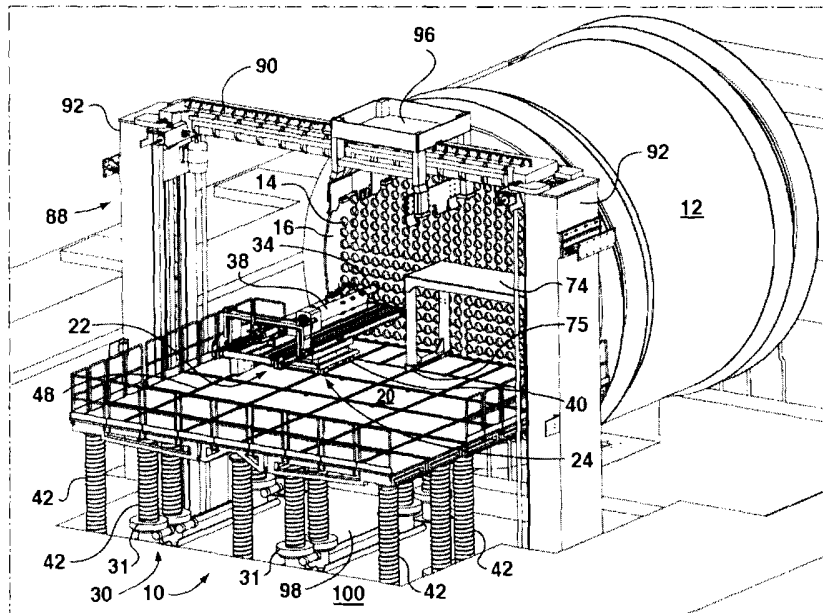


FIG. 15