



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00376

(22) Data de depozit: 17.05.2013

(30) Prioritate:  
01.06.2012 CA 2778596

(41) Data publicării cererii:  
28.02.2014 BOPI nr. 2/2014

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

(72) Inventatori:  
• WILSON SHAWN M., 1160 MONAGHAN  
ROAD, PETERBOROUGH, ONTARIO, CA;

• MADANI SEYED MEHDI,  
1160 MONAGHAN ROAD,  
PETERBOROUGH, ONTARIO, CA

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

(54) ANSAMBLU SUPORT PENTRU UTILIZAREA ÎMPREUNĂ CU  
UN ANSAMBLU SCULĂ PENTRU UN REACTOR NUCLEAR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un ansamblu suport pentru controlul încovoierii unui arbore montabil în consolă, dintr-un ansamblu sculă pentru un reactor nuclear. În particular, prezenta invenție se referă la un ansamblu suport care este utilizat pentru susținerea unui ansamblu sculă într-un tub calandria al unui reactor nuclear. Ansamblu suport (72), conform invenției, cuprinde cel puțin o pereche de elemente (74) de pârghie rigide, pentru cuplarea cu cel puțin o porțiune a arborelui (60), elementele (74) de pârghie extinzându-se radial depărtat de porțiunea de arbore (60), și fiind distanțate axial și securizate pe o porțiune (76) de suprafață exterioară a porțiunii de arbore (60), la nivelul porțiunilor (78) radial interioare ale elementelor de pârghie (74), și un actuator (84) rigid, pentru realizarea momentului de încovoiere, ce se extinde între porțiunile (80) radial exterioare ale fiecărei perechi de elemente (74) pârghie, pentru aplicarea forței între porțiunile radial exterioare, în care aplicarea forței deplasează porțiunile radial exterioare unele în raport cu altele, pentru aplicarea

momentului pe porțiunea de arbore ce se extinde între porțiunile radial interioare, momentul controlând, într-o manieră rigidă, încovoierea porțiunii de arbore atunci când acesta este montat în consolă.

Revendicări: 40

Figuri: 10

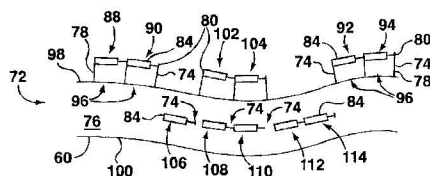


Fig. 5



## **ANSAMBLU SUPORT PENTRU UTILIZAREA ÎMPREUNĂ CU UN ANSAMBLU SCULĂ PENTRU UN REACTOR NUCLEAR**

Prezenta invenție se referă la un ansamblu suport pentru utilizarea împreună cu un ansamblu sculă pentru un reactor nuclear. În particular, prezenta invenție se referă la un ansamblu suport care este utilizat pentru susținerea unui ansamblu de scule într-un tub calandria al unui reactor nuclear.

Într-un reactor nuclear CANDU™, tuburile calandria se extind orizontal pe miezul moderatorului calandria între scuturile de capăt ale reactorului nuclear. Fiecare tub calandria se extinde între tuburile corespondente dintre tuburile grătarului ale fiecăruia dintre scuturile de capăt. Un tub de presiune este poziționat coaxial în interiorul fiecăruia dintre tuburile calandria. Distanțiere mențin distanța între tubul calandria și tubul de presiune dispuse coaxial și extinzându-se orizontal. Într-un reactor nuclear CANDU, pot exista până la 480 de tuburi calandria și tuburi de presiune corespondente având extremitățile opuse conectate la un racord de capăt.

Diferite alte componente ale reactorului sunt orientate vertical sau orizontal pe calandria, în diverse locații, și sunt în imediata vecinătate a diametrului exterior al tuburilor calandria. Aceste componente pot include însă nu sunt limitate la tije de închidere, tije de ajustare, detectoare de flux verticale, absorbitor control solide, unități de control a zonei lichide și duze ale sistemului de întrerupere a injectării de lichid (LISS). Este de dorit să se evite interferența cu aceste componente.

Noile tuburi calandria sunt introduse în mod obișnuit în calandria printr-un tub tip grătar poziționat într-o gaură orizontală din unul dintre plăcile tubulare ale reactorului nuclear. Tubul calandria este montat în consolă de la un capăt al acestuia atunci când tubul calandria este introdus în interiorul miezului. Ca o consecință a montării în consolă, forța de gravitație ce acționează asupra tuburilor calandria determină încovoierea de-a lungul lungimii sale. Introducerea tubului calandria fără susținerea capătului nesusținut împotriva curbării poate avea drept

rezultat deteriorarea găurilor plăcii tubulare la nivelul scutului de capăt al reactorului nuclear. Tubul calandria nesuținut poate lovi sau deteriora în alt mod alte componente ale reactorului din spațiul restricționat al moderatorului calandria. Deteriorarea găurilor plăcii tubulare sau a altor componente ale reactorului este costisitoare și necesită timp pentru reparare, rezultând astfel într-o întârziere inutilă a unei operațiuni.

Mijloacele anterioare pentru controlul încovoierii tuburilor calandria implică inserarea unui tub sau traversă suport în interiorul calandria în scopul ghidării și susținerii tubului calandria în timpul introducerii în reactor. Totuși, tubul sau traversa suport este de asemenea montată în consolă și din acest motiv este supusă încovoierii. Mai mult, încărcarea suplimentară a tubului calandria generează o încovoiere suplimentară în tubul sau traversa suport.

Pentru a ține cont de încovoiere, tubul sau traversa suport poate fi preformată pe baza încovoierii așteptate la distanța cerută. Spre exemplu, dacă traversa este cunoscută ca având 1" de încovoiere atunci când este montată în consolă 20', atunci traversa suport este formată inițial cu o curbura de 1" pentru a neutraliza efectul încovoierii. Totuși, apar dificultăți cu această metodă în timpul introducerii tubului calandria. În timpul introducerii, tubul calandria trebuie controlat și susținut continuu pe un interval de 0' la 20' pe miez și la o valoare de 36,67' (440") atunci când tubul calandria este supus unei deplasări suplimentare în afara miezului reactorului. Pe o asemenea distanță, curbarea din traversa suport poate interfera cu alte componente ale reactorului. Mai mult, prezența sau absența tubului calandria la capătul traversei suport afectează încovoierea totală.

În cadrul altui mijloc pentru măsurarea încovoierii, o traversă suport poate fi controlată din capătul susținut al acesteia pentru controlul tangajului și înclinării pe verticală ale traversei suport atunci când aceasta este montată în consolă. Aceasta permite corecția extremității nesuținute a traversei suport pe intervalul continuu al traversei. Totuși, acest mijloc este limitat prin faptul că forma traversei suport este fixă, și tangajul și înclinarea pe verticală sunt limitate prin interacțiunea cu alte componente ale reactorului. O „linie de vizualizare” este cerută între extremitatea susținută a traversei suport și efectuatorul de capăt sau capul cu scule de la extremitatea opusă a traversei suport care interacționează cu extremitatea liberă a tubului calandria din moderatorul calandria.

Tuburile de presiune și tuburile calandria ale unui reactor nuclear CANDU sunt fabricate în mod obișnuit din aliaj de zirconiu. În timpul duratei de funcționare a reactorului, tuburile din aliaj de zirconiu sunt supuse la temperaturi și presiuni diferite și sunt supuse de asemenea la iradiere și flux de neutroni ca parte a funcționării normale a reactorului. Tuburile sunt susținute pe sau sunt fixate la ambele capete și se extind pe o distanță de aproximativ 20 de picioare prin miezul reactorului, în timp ce porțiunea mediană a tuburilor nu este susținută. Ca rezultat al forțelor și uzurii ce acționează asupra tuburilor, tuburilor nu sunt supuse doar unei cedări lente, ci suferă de asemenea o deformare treptată și permanentă. Deformarea poate fi în direcția orizontală, în direcția verticală sau orice combinație a acestora. Una dintre deformații este cunoscută drept „încovoiere” și include curbarea către în jos a tubului în direcția verticală. Încovoierea tuburilor de presiune și a tuburilor calandria poate avea valoare de 3 la 4 inch.

Într-o operațiune de recondiționare în care unul sau mai multe tuburi calandria, tuburi de presiune și componentele asociate sunt îndepărtate din miez, deformația trebuie luată în considerare. Extragerea unui tub calandria iradiat care este supus unei deformații printr-un tub tip grătar drept poate determina extremitatea liberă a tubului calandria să „curbeze” măbind astfel riscul de deteriorare a altor componente din interiorul moderatorului calandria sau a găurii tubului tip grătar sau a plăcii tubulare.

Este de dorit așadar să se asigure un ansamblu de scule capabil să susțină tubul calandria într-o manieră continuă pe parcursul funcționării reactorului concomitent cu controlul încovoierii în ansamblul de scule rezultate din plasare pe acesta a sarcinilor.

Prezenta invenție se referă la un ansamblu suport destinat a fi utilizat cu un ansamblu de scule pentru un reactor nuclear. În particular, prezenta invenție se referă la un ansamblu suport care este utilizat pentru susținerea unui ansamblu de scule în moderatorul calandria al unui reactor nuclear.

Este prevăzut un ansamblu suport pentru controlul încovoierii unui arbore montabil în consolă dintr-un ansamblu sculă pentru un reactor nuclear. Ansamblul suport cuprinde cel puțin o pereche de elemente de pârghie rigide pentru cuplarea cu cel puțin o porțiune a arborelui. Elementele de pârghie extinzându-se radial depărtat de porțiunea de arbore și fiind distanțate axial și securizate pe o porțiune de suprafață exterioară a porțiunii de arbore la nivelul porțiunilor radial interioare

ale elementelor de pârghie. Un actuator rigid pentru momentul de încovoiere se extinde între porțiunile radial exterioare ale fiecărei perechi de elemente de pârghie pentru aplicarea forței între porțiunile radial exterioare. Aplicarea forței între porțiunile radial exterioare ale elementelor de pârghie deplasează porțiunile radial exterioare unele în raport cu altele pentru aplicarea momentului pe porțiunea de arbore ce se extinde între porțiunile radial interioare. Momentul controlează într-o manieră rigidă deviația porțiunii de arbore atunci când acesta este montat în consolă. Într-un aspect, porțiunea de arbore susține o sarcină. Sarcina poate fi un component al unui reactor nuclear și de preferință este cel puțin o porțiune a unui tub calandria.

Ansamblu suport poate fi cuplat cu suprafața exterioară a porțiunii de arbore la intervale scurte independente reciproc ale actualelor pentru momentul de încovoiere și elementele de pârghie corespondente. Într-un alt aspect, ansamblul suport include o multitudine de perechi de elemente de pârghie și actuale pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente poziționate independente reciproc pe porțiunea de suprafață exterioară a porțiunii de arbore într-un șir spiral în jurul unei axe longitudinale a porțiunii de arbore.

Acea cel puțin o pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent pot fi situate pe un prim plan ce traversează o axă longitudinală a porțiunii de arbore. Cel puțin o altă pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent sunt situate pe un al doilea plan ce traversează o axă longitudinală a porțiunii de arbore. Într-un aspect, planele sunt perpendiculare unul pe celălalt și perechile împart o poziție axială de-a lungul porțiunii de arbore pentru aplicarea simultană a momentelor de încovoiere perpendiculare, independente reciproc, pe un segment comun al porțiunii de arbore. Într-un alt aspect, planele sunt paralele unul cu celălalt și aceea cel puțin o pereche și aceea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie împart o poziție axială de-a lungul porțiunii de arbore pentru aplicarea simultană a momentelor de încovoiere combinate, independente reciproc, pe un segment comun al porțiunii de arbore atunci când actualele pentru realizarea momentului de încovoiere sunt energizate. Într-un alt aspect, aceea cel puțin o pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent reprezintă o primă serie de elemente de pârghie și actualele pentru realizarea momentului de încovoiere

corespondente și acea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent reprezintă o a doua serie de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente. Ansamblul pentru determinarea momentului de încovoiere se extinde continuu de-a lungul porțiunii de arbore.

Într-un alt aspect, ansamblul suport include cel puțin o pereche de elemente de pârghie pentru cuplarea cu cel puțin o porțiune a unui arbore gol la interior. Elementele de pârghie se extind radial în interiorul unei găuri a porțiunii de arbore și sunt distanțate axial și securizate pe o porțiune de suprafață interioară a porțiunii de arbore la nivelul porțiunilor radial exterioare ale elementelor de pârghie. Un actuator rigid pentru realizarea momentului de încovoiere se extinde între porțiunile radial interioare ale fiecărei perechi de elemente de pârghie pentru aplicarea forței între porțiunile radial interioare. Aplicarea forței între porțiunile radial interioare ale elementelor de pârghie deplasează porțiunile radial interioare unele în raport cu altele pentru aplicarea momentului pe porțiunea de arbore ce se extinde între porțiunile radial exterioare. Momentul controlează într-o manieră rigidă deviația porțiunii de arbore atunci când acesta este montat în consolă.

Ansamblul suport poate fi utilizat pentru controlul încovoierii porțiunii de arbore la valori de creștere finite de-a lungul lungimii porțiunii de arbore. Momentul poate fi un moment pozitiv sau negativ cu orice mărime dorită. Micile curbări de-a lungul lungimii porțiunii de arbore asigură o adaptabilitate ridicată și controlul tangajului și înclinării pe verticală de-a lungul lungimii porțiunii de arbore fără forțe de răsucire sau rulu parazite ce acționează asupra porțiunii de arbore. În consecință, ansamblul suport poate fi utilizat pentru controlul încovoierii porțiunii de arbore de-a lungul întregii lungimi sau a unei lungimi parțiale a acestuia atunci când porțiunea de arbore este montată în consolă în reactorul nuclear.

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

Figura 1 este o vedere schematică a unui ansamblu reactor nuclear în care poate fi utilizată prezenta invenție;

Figura 2 este o vedere secționată a unuia dintre tuburile calandria prezentate în Figura 1;

Figura 3 este o vedere secționată a unui ansamblu de scule și a unui ansamblu suport în funcționare;

Figura 4A este o vedere laterală a unui aspect al ansamblului suport;

Figura 4B este o vedere în secțiune transversală luată de-a lungul liniei 4B-4B din Fig. 4A;

Figura 5 este o vedere laterală a ansamblului suport din Fig. 4A în funcționare;

Figura 6 este o vedere laterală a unui alt aspect al ansamblului suport în funcționare;

Figura 7 este o vedere laterală a unui aspect al ansamblului suport;

Figura 8 este o vedere în secțiune transversală a aspectului asociat cu ansamblul suport din Figura 7;

Figura 9 este o vedere laterală a unui aspect al ansamblului suport; și

Figura 10 este o vedere laterală a ansamblului suport cuplat cu o porțiune de suprafață interioară a porțiunii de arbore.

Prezenta invenție se referă la un ansamblu suport destinat a fi utilizat împreună cu un ansamblu de scule al unui reactor nuclear. În particular, prezenta invenție se referă la un ansamblu suport care este utilizat pentru susținerea unui ansamblu de scule în moderatorul calandria al unui reactor nuclear.

Referindu-ne la Figura 1 este prezentat schematic un ansamblu reactor nuclear **8** de tip CANDU™. Reactorul **8** cuprinde un moderator calandria **10** care are un prim scut de capăt și un al doilea scut de capăt **12**, **14**. Scuturile de capăt **12**, **14** cuprind fiecare o placă tubulară interioară **16** și o placă tubulară exterioară **18**. Plăcile tubulare **16**, **18** permit trecerea prin acestea a unei serii de găuri interioare și exterioare ale plăcilor tubulare **20**, **22** aliniat corespunzător. Un prim și un al doilea tub tip grătar **24**, **26** prezentate în Figura 2, se extind între și fac contact cu gaura interioară a plăcii tubulare **20** și cu gaura exterioară a plăcii tubulare **22** ale fiecărui scut de capăt **12**, **14**. Tuburile tip grătar **24**, **26** corespondente sunt aliniat așa cum este prezentat în Figura 2. Ar trebui înțeles faptul că în moderatorul calandria **10** pot exista până la 480 de tuburi tip grătar în fiecare din scuturile de capăt **12**, **14**. Între plăcile tubulare interioară și exterioară

**16, 18** este prevăzut material de protecție, prezentat în Figurile 1 și 2 sub forma bilelor de oțel **28**.

Tuburile calandria **30** se extind orizontal pe miezul **32** al moderatorului calandria **10** între scuturile de capăt **12, 14**. Tuburile calandria **30** sunt fiecare aliniat axial cu unul corespondent dintre primul și al doilea tub tip grătar **24, 26** ale scuturilor de capăt **12, 14**. Așa cum se vede în Fig.2, tubul calandria **30** are prima și a doua porțiuni de capăt opuse **34** și **36**. În Fig. 2, porțiunile de capăt **34, 36** sub formă de clopot și au un diametru exterior adaptat să se potrivească în găurile corespondente **20** ale plăcilor tubulare interioare **16** ale fiecărui scut de capăt **12, 14**. Aceste porțiuni de capăt sub formă de clopot **34, 36** sunt menținute pe poziție de inserțiile tuburilor calandria **38**. Inserțiile tuburilor calandria **38** sunt elemente inelare care sunt introduse în interiorul tubului calandria **30** la nivelul fiecărei porțiuni de capăt **34, 36** sub formă de clopot. Inserțiile **38** sunt formate prin rulare către exterior pentru a asigura un ajustaj cu strângere între porțiunile de capăt sub formă de clopot **34, 36** ale tubului calandria **30** și gaura corespondentă **20, 22** a plăcii tubulare.

Un tub de presiune **42** este poziționat coaxial în interiorul fiecăruia dintre tuburile calandria **30**. Distanțierele **40** mențin distanța între tubul de presiune **42** și tubul calandria **30** ce se extind coaxial și orizontal. Tubul de presiune **42** are prima și a doua porțiuni de capăt exterioare **44** și **46** ce se extind în exterior ușor dincolo de porțiunile de capăt sub formă de clopot **34**, respectiv **36** și în interiorul găurii plăcii tubulare **20**. Ar trebui înțeles faptul că în exterior semnifică mai aproape de exteriorul moderatorului calandria **10** decât interiorul centrului moderatorului calandria **10**. De asemenea, în interior înseamnă mai aproape de interiorul centrului moderatorului calandria **10** decât exteriorul moderatorului calandria **10**.

În exteriorul acestor porțiuni de capăt primă și secundă **44, 46** ale tubului de presiune **38** sunt poziționate primul și al doilea racord de capăt **48, 50**. Racordurile de capăt **48, 50** au porțiunile de capăt către interior **52, 54** care se suprapun și sunt îmbinate la porțiunile de capăt exterioare **44, 46** prin îmbinările roluite **56**. Racordurile de capăt **48, respectiv 50** se extind către exterior din moderatorul calandria **10** prin tuburile tip grătar **24, 26** și depărtat din și dincolo de placa tubulară exterioară **18** a scuturilor de capăt **12, 14**.



În unele operațiuni ale reactorului nuclear, este necesar să se monteze în consolă un ansamblu de scule **58** prezentat în Fig. 3, în interiorul și/sau transversal pe miezul **32** în vederea interacționării cu componentele reactorului din interiorul miezului **32**. Fig. 3 ilustrează o operațiune în etapele sale de mijloc pentru instalarea unui tub calandria **30** în interiorul moderatorului calandria **10** în care ansamblul de scule **58** este extins parțial pe miezul **32** pentru susținerea tubului calandria **30**. Ansamblul de scule **58** poate fi utilizat de asemenea în alte operațiuni ale reactorului nuclear, cum ar fi o operațiune de recondiționare în care unul sau toate cele 480 de tuburi calandria **30** instalate anterior este extras din miezul **32** și este înlocuit.

Ansamblul de scule **58** include un arbore **60** având o primă porțiune de capăt **62** susținută de un corp al ansamblului de scule **64** și o a doua porțiune de capăt **66** având un efectuator de capăt sau cap de lucru **68** cuplat cu aceasta. Arborele **60** este extensibil de preferință din corpul **64**. Corpul **64** este cuplat cu o sursă de energie (nereprezentată) și include mijloace de antrenare (nereprezentate) pentru extinderea și retragerea arborelui **60**. De preferință, arborele **60** este o piesă cilindrică individuală și poate fi plin sau gol la interior. Totuși, ar trebui înțeles faptul că ansamblul de scule **58** poate utiliza un arbore telescopic având secțiuni care culisează una în interiorul celeilalte. Ansamblul de scule **58** poate fi montat pe o platformă de ridicare **70**, așa cum este prezentat în Fig. 3. Ar trebui înțeles faptul că arborele **60** poate fi un arbore neextensibil care este montat în consolă din corpul **64**. Mijloacele de antrenare pot fi adaptate apoi pentru re poziționarea corpului **64** în raport cu scutul de capăt **14** pentru inserarea și extragerea arborelui **60** prin racordul de capăt **50** în direcția axială.

Tuburile calandria **30** sunt introduse în miezul **32** al reactorului **8** cu porțiunile de capăt **34**, **36**. În vederea introducerii tubului calandria **30** transversal pe miezul **32** al reactorului nuclear **8**, prima porțiune de capăt **34** a tubului calandria **30** este introdusă prin tubul tip grătar **24** și parțial în interiorul miezului **32**. Tubul de presiune corespondent **42** este introdus coaxial în interiorul tubului calandria **30**, așa cum este prezentat în Fig. 3. Deși nereprezentat în Fig. 3, alte componente asociate cum ar fi distanțierele inelare **40** pot fi introduse între tubul calandria **30** și tubul de presiune **42**. Odată ce prima porțiune de capăt **34** a tubului calandria **30** este poziționată prin primul tub tip grătar **24**, arborele **60** al ansamblului de scule **58** este susținut în consolă din corpul ansamblului de scule

**64** și se extinde în interiorul miezului **32** prin al doilea tub tip grătar **26**. Arborele **60** are o lungime suficientă să se extindă parțial sau total pe miezul **32** al moderatorului calandria **10**. Efectuatorul **68** cuplează prima porțiune de capăt **34** a tubului calandria **30** adiacentă plăcii tubulare interioare **16** a scutului de capăt **12**.

Odată ce efectuatorul de capăt **68** a cuplat prima porțiune de capăt **34** a tubului calandria **30**, tubul calandria **30** este extins suplimentar în interiorul și transversal pe miezul **32** către al doilea tub tip grătar **50**. Arborele **60** este extras într-o direcție inversă din miezul **32** moderatorului calandria simultan cu introducerea tubului calandria **30** până ce extremitatea liberă a tubului calandria **30** atinge al doilea scut de capăt **14**. Odată ce tubul calandria **30** este poziționat, efectuatorul de capăt **68** al ansamblului de scule **58** poate fi decuplat din tubul calandria **30** și extras din miezul **32** moderatorului calandria prin al doilea tub tip grătar **26**. Inserțiile tubului calandria **38** și îmbinările **56** pot fi formate apoi prin roluire.

Deși Fig. 3 este explicată prin intermediul unei operațiuni de introducere a tubului calandria **30** în interiorul miezului **32**, ar trebui înțeles faptul că ansamblul de scule **58** poate fi utilizat de asemenea la scoaterea tubului calandria **30** din miezul **32**. Într-o astfel de operațiune de îndepărtare, porțiunile de capăt sub formă de clopot **34**, **36** (prezentate în Fig. 2) ale tubului calandria **30** sunt încălzite puternic pentru a decupla porțiunile de capăt sub formă de clopot **34**, **36** de plăcile tubulare **16**. Ansamblul de scule **58** este extins prin al doilea tub tip grătar pentru cuplarea primei porțiuni de capăt sub formă de clopot **34** a tubului calandria **30**. Tubul calandria **30** este extras din miezul **32** prin primul tub tip grătar **24** într-o operațiune care este inversa operațiunii de introducere descrisă anterior. Ansamblul de scule **58** poate fi utilizat de asemenea într-o altă operațiune de extragere în care tubul calandria **30** este tăiat ca parte a procesului de îndepărtare. În acest caz, ansamblul de scule **58** poate fi susținut în consolă în interiorul miezului **32** pentru îndepărtarea porțiunilor unui tub calandria din miezul **32**.

Într-o operațiune de îndepărtare, unul sau mai multe dintre componentele reactorului pot fi îndepărtate împreună cu tubul calandria **30**. Spre exemplu, tubul calandria **30** poate fi extras din miezul reactorului **32** împreună cu tubul de presiune **42**, distanțierele inelare **40** și oricare dintre dispozitivele de restricționare

a curgerii **41**, cum ar fi un mănunchi de orificii de restricționare a curgerii, care poate fi situat în interiorul tubului de presiune **42**. În consecință, încărcarea pe ansamblul de scule **58** furnizată de tubul calandria **30**, tubul de presiune **42** și componente asociate poate varia între operațiuni. În mod alternativ, tubul calandria **30** poate fi îndepărtat de unul singur.

Un ansamblu suport **72** pentru cuplarea cu ansamblul de scule **58** este prezentat în Figurile 3, 4A și 5. Ansamblul suport **72** include o multitudine de elemente de pârghie rigide **74**, distanțate axial în lungul lungimii arborelui **60** al ansamblului de scule **58**. În exemplul de realizare prezentat, fiecare element de pârghie **74** este securizat rigid pe o porțiune de suprafață exterioară **76** a arborelui **60** la nivelul unei porțiuni radial interioare **78** a elementului de pârghie **74**.

Fiecare element de pârghie **74** se extinde radial către exterior în raport cu o axă longitudinală **82** a arborelui. De preferință, elementul de pârghie **74** se extinde perpendicular din porțiunea de suprafață exterioară **76** în raport cu axa longitudinală **82** a arborelui **60**. Totuși, extensia elementelor de pârghie **74** din porțiunea de suprafață exterioară **76** nu trebuie să fie în mod precis perpendiculară. Fiecare element de pârghie **74** include de asemenea o porțiune radial exterioară **80**, deplasată radial către exterior în raport cu porțiunea radial interioară **78** a elementului de pârghie **74**.

Fiecare din elementele de pârghie **74** este fixat permanent la porțiunea de suprafață exterioară **76** a arborelui **60** prin orice mijloace adecvate, cum ar fi prin sudură. Elementele de pârghie **74** pot fi de asemenea fixate detașabil la arborele **60** utilizând un conector adecvat, cum ar fi un conector tip clemă inel despicat **83**, prezentat în Fig. 6.

Deși elementele de pârghie **74** descrise în cadrul de față sunt ilustrate ca fiind elemente de pârghie de tip braț rigid **74**, ar trebui înțeles faptul că pot fi utilizate și alte tipuri adecvate de elemente de pârghie. Spre exemplu, elementul de pârghie **74** poate fi un colier inelar care înconjoară cel puțin parțial porțiunea de suprafață exterioară **76** a arborelui **60**. Colierul tip inel, spre exemplu, poate fi o flanșă sudată sau fretată în jurul porțiunii de suprafață exterioară **76**.

Un actuator pentru realizarea momentului de încovoiere **84** se extinde între porțiunile radial exterioare **80** ale fiecărei perechi de elemente de pârghie **74**. În Fig. 4A, actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere **84** este un grup

piezoelectric. Fiecare grup piezoelectric sau „grup” **84** este cuplat la oricare capăt al acestuia la unul corespondent al porțiunilor radial exterioare **80** din perechea de elemente de pârghie **74**. În Fig. 4A, o axă longitudinală **86** a grupului **84** este în mod substanțial paralelă cu axa longitudinală **82** a arborelui **60**. Grupurile **84** pot varia de la unul la altul în ceea ce privește orice dimensiune a acestora incluzând dar nelimitându-se la lungime, lățime și poziție radială.

Operațiunile de instalare, îndepărtare și recondiționare utilizează actuatoare pentru realizarea momentului de încovoiere cu capacitate elastică redusă sau zero. Utilizarea unor astfel de actuatoare asigură un suport rigid de tip exoschelet pentru ansamblul de scule **58** și asigură un grad mai mare de control al curburii atunci când ansamblul de scule **58** este susținut în consolă în interiorul miezului **32** al moderatorului calandria sau are o încărcătură suplimentară plasat pe acesta. Actuatoarele rigide sunt capabile să reziste la curbarea din arborele **60** și sunt capabile să susțină arborele **60** într-o poziție curbată particulară. Este posibil mai întâi să se curbeze arborele **60** la un profil dorit și apoi susținerea rigidă a porțiunii de arbore **60** prin susținerea acesteia în profilul curbat. Grupurile piezoelectrice **84** reprezintă un astfel de actuator rigid sau non-elastic pentru realizarea momentului de încovoiere. Actuatoarele hidraulice, șuruburile de cric precum și arcurile de torsiune sau alte tipuri de actuatoare rotative reprezintă alte exemple de actuatoare adecvate care sunt nelimitative în contextul prezentei invenții.

Funcționarea ansamblului suport **72** într-un aspect este prezentată în Figurile 4A și 5, în care ansamblul suport **72** este cuplat cu arborele **60** la intervale scurte independente reciproc. Intervalele pot avea o lungime regulată sau neregulată. Mai precis, fiecare interval scurt independent poate include orice număr de perechi de elemente de pârghie **74** și grupuri **84** corespondente. Fiecare grup **84** se extinde între și este cuplat la ambele capete la porțiunile radial exterioare **80** ale fiecărei perechi de elemente de pârghie **74**. Când este energizat, fiecare grup **84** aplică o forță pentru deplasarea porțiunilor radial exterioare **80** ale elementelor de pârghie **74** unele în raport cu altele.

Ar trebui înțeles faptul că fiecare dintre grupurile **84** poate aplica aceleași mărimi de forțe sau mărimi diferite în raport cu alte grupuri **84** din ansamblul suport **72**. În această manieră, este asigurat un mijloc pentru controlul momentului aplicat la arborele **60** de către grupurile **84**.

Cuplajul între fiecare capăt al grupului **84** și porțiunea radial exterioară **80** a elementelor de pârghie **74** corespondente poate fi un cuplaj rigid sau poate fi un cuplaj pivotant. Un cuplaj pivotant între fiecare capăt al grupului **84** și porțiunea radial exterioară **80** a elementelor de pârghie **74** corespondente facilitează o modificare rezultată în unghiul relativ dintre elementele de pârghie **74** și axa longitudinală **86** a grupului **84** atunci când lungimea grupului **84** este modificată.

Aspectul din Fig. 4A este prezentat în funcționare în Fig. 5. Când grupul piezoelectric **84** separă porțiunile radial exterioare **80** ale elementelor de pârghie **74** rigide, așa cum este prezentat prin perechile **88**, **90**, **92** și **92**, momentul de încovoiere este aplicat la un segment **96** al arborelui ce se extinde între porțiunile radial interioare **78** corespondente ale fiecărui element de pârghie **74**. Momentul de încovoiere determină segmentul **96** al arborelui **60** să devină convex local în raport cu grupul **84**. Între porțiunile radial interioare **78** ale elementelor **74**, segmentul de arbore **96** este plasat tensionat pe o primă față sau față superioară **98** a acestuia adiacentă grupului **84** și în compresiune pe o a doua față sau față inferioară **100** a segmentului de arbore **96** opusă grupului **84** și față superioară **98**. Momentul de încovoiere care produce tensionare pe prima față a segmentului de arbore **96** și compresiune pe a doua față a segmentului de arbore **96** este denumit în cadrul de față drept „moment pozitiv”. Când grupul **84** trage mai aproape porțiunile radial exterioare **80**, așa cum este prezentat prin perechile **102** și **104**, momentul de încovoiere determină ca respectivul segment de arbore **96** să devină concav local în raport cu grupul **84**, atunci când segmentul de arbore **96** este plasat în compresiune pe prima față **98** a acestuia între porțiunile radial exterioare **78** ale elementelor **74** și sub tensionare pe a doua față opusă **100**. Momentul de încovoiere care produce compresiune pe prima față **98** a segmentului de arbore **96** și tensiune pe față inferioară **100** a segmentului de arbore **96** este denumit în cele ce urmează drept „moment negativ”. În această manieră, este posibil să se controleze curbarea arborelui utilizând un control cu valori crescătoare finite al profilului de arbore.

În Fig. 4A și 5, perechile de elemente de pârghie **88**, **90**, **92**, **94**, **102** și **104** sunt prezentate ca fiind situate într-un singur plan vertical ce traversează axa longitudinală **82** a arborelui **60**. Totuși, perechile **106**, **108**, **110**, **112** și **114** se află pe un al doilea plan orizontal care este aproximativ perpendicular în raport cu planul vertical în care se situează celelalte perechi **88**, **90**, **92**, **94**, **102** și **104**.

Perechile **106**, **108**, **110**, **112** și **114** pot fi utilizate pentru aplicarea momentului pozitiv sau negativ pentru controlul curbării arborelui **60** în planul orizontal. Profilul sub formă de undă sau cosinus prezentat în Fig. 5 este un exemplu de control al curbării unui arbore **60** în cadrul unui ansamblu suport **72**.

Se situează în domeniul prezentei invenții poziționarea a mai mult de o pereche de elemente de pârghie **78** pe același segment **96** al arborelui **60**. Așa cum este prezentat în Figurile 4A, 4B și 5, perechile **102** și **104** și perechile **108** și **110** sunt situate în aceeași poziție axială de-a lungul arborelui **60** și împart același segment **96** al arborelui **60**. Totuși, perechile **102** și **104** se situează pe planul vertical în timp ce perechile **108** și **110** se situează pe planul orizontal. Deoarece grupurile piezoelectrice **84** ale perechilor **102**, **104**, **108** și **110** pot aplica fiecare mărimi diferite de forțe, și deoarece perechile sunt poziționate astfel încât momentul poate fi aplicat simultan în planuri perpendiculare, este posibil să se controleze simultan gradul de curbare al segmentelor individuale **96** ale arborelui **60** atât în direcția orizontală cât și în direcția verticală (tangaj și înclinare verticală). Prin aplicarea acestui aspect la segmentele predeterminate **96** ale arborelui **60** este posibil să se aplice un unic moment de încovoiere la creșteri finite pentru a controla curbarea în orice direcție a arborelui **60**. Mai mult, prin menținerea paralelismului între axele longitudinale **86** ale grupurilor **86** cu axa longitudinală **82** a arborelui **60**, acest control finit al tangajului și înclinării verticale este obținut fără aplicarea utilizarea forțelor de răsucire sau „rului” parazite.

În Fig. 6, ansamblul suport **72** se extinde continuu de-a lungul lungimii arborelui **60** și este aranjat în două serii de grupuri **84** și elemente de pârghie **74** corespondente, dispuse opus. Perechile de elemente de pârghie **116**, **118**, **120**, **122**, **124** și **126** și respectiv cilindrii **84** ce se extind între ele sunt cuplate cu prima față sau fața superioară **98** a arborelui **60**. Perechile de elemente de pârghie **128**, **130**, **132**, **134**, **136** și **138** și grupurile **84** ce se extind între ele sunt cuplate cu a doua față sau fața inferioară **100** a arborelui **60**. Perechile de elemente de pârghie **74** din cele două serii sunt opuse diametral prin faptul că ele împart poziții axiale corespondente și în consecință cooperează pentru aplicarea momentului la segmentele **96** ale arborelui **60** ce se extind între ele reciproc.

În funcționare, grupurile piezoelectrice **84** ce se extind între perechile de elemente de pârghie **116** și **126** aplică un moment pozitiv, în timp ce grupurile **84** ce se extind între perechile de elemente de pârghie **128** și **138** aplică simultan

momentul negativ. În mod invers, în legătură cu perechile **118**, **120**, **122** și **124**, momentul negativ este aplicat pe fața superioară **98** a arborelui **60**. Perechile diametral opuse **130**, **132**, **134** și **136** aplică simultan momentul pozitiv pe fața inferioară **100** a arborelui **60**.

În legătură Fig. 6, ar trebui înțeles faptul că deși perechile **116**, **118**, **120**, **122**, **124** și **126** de pe fața superioară **98** a arborelui **60** sunt prezentate ca fiind paralele cu perechile **128**, **130**, **132**, **134**, **136** și **138** de pe fața inferioară **100**, cele două serii de elemente **74** și grupurile **84** se pot situa pe planuri diferite concomitent cu împărțirea pozițiilor axiale corespondente de-a lungul arborelui **60**. Într-un aspect, planele sunt perpendiculare unul în raport cu celălalt, iar când grupurile **84** corespondente sunt energizate, perechile de elemente **74** din prima serie și perechile de elemente **74** din a doua serie pot aplica simultan momente de încovoiere perpendiculare, independente pe segmentele comune **96** ale arborelui **60**. Așadar, tangajul și înclinarea pe verticală ale fiecărui segment individual **96** din lungul lungimii arborelui **60** pot fi controlate.

Eforturile generate în arborele **60** ca rezultat al momentului de încovoiere sunt menținute în domeniul elastic al materialului din care este fabricat arborele **60** pentru a preveni deformația permanentă a arborelui **60**. În consecință, arborele **60** este readus la forma inițială după ce grupurile **84** sunt de-energizate.

În aspectul ilustrat în Fig. 7, perechile de elemente **74** și grupurile **84** corespondente sunt poziționate pe porțiunea de suprafață exterioară **76** a arborelui **60** într-un șir în general circular sau spiral în jurul axei longitudinale **82** a arborelui **60**. Perechile de elemente **74** și grupurile **84** pot fi distanțate regulat sau neregulat unele de altele. În Fig. 7, componentele care ar fi direct vizibile în vederea în perspectivă sunt ilustrate utilizând linii continue. Componentele care nu ar fi vizibile direct în vederea în perspectivă dar care sunt prezente fără îndoială în acest aspect al ansamblului suport **72** (și anume, acele elemente **74** și grupurile **84** care trec prin „spatele” arborelui **60**) sunt ilustrate cu linii punctate. Grupurile piezoelectrice **84** și elementele de pârghie **74** corespondente sunt independente reciproc față de altele din ansamblul suport **72**. Fiecare grup **84** aplică forță cu o mărime predeterminată pe porțiunile radial exterioare **80** ale elementelor de pârghie **74** pentru aplicarea momentului în singurul său plan asociat. Sub forța combinată a grupurilor **84**, arborele **60** poate controla curbarea simultană în mai multe planuri fără influența din partea forțelor de răsucire

parazite asupra arborelui **60**. Șirul în spirală se poate extinde pe întreaga lungime a arborelui **60** sau se poate extinde doar parțial de-a lungul întregii lungimi a arborelui **60**. Ar trebui înțeles așadar faptul că se situează în interiorul domeniului prezentei invenții aplicarea momentului în mai multe planuri nu doar pe întregul arbore **60**, așa cum este prezentat în Fig. 7, ci și pe porțiuni sau valori finite ale arborelui **60**.

Ansamblul suport **72** poate include un al doilea șir spiral de grupuri **84** și elemente **74** opuse diametral în raport cu șirul spiral prezentat în Fig. 7. În această manieră, momentul poate fi aplicat combinat pe segmentele **96** ale arborelui **60** în mai multe planuri. Al doilea șir spiral este ilustrat în Fig. 8 care prezintă în secțiune transversală perechile diametral opuse de elemente **140a** și **140b**, și perechile diametral opuse de elemente **144a** și **144b** adiacente arborelui **60**. Perechile de elemente **140a** și **140b** sunt situate pe un prim plan **142** ce trece prin axa longitudinală **82** a arborelui **60**. Perechile de elemente **144a** și **144b** sunt deplasate de-a lungul axei longitudinale **82** în raport cu perechile **140a** și **140b**. Perechile **144a** și **144b** sunt situate pe un al doilea plan **146** ce traversează axa longitudinală **82** a arborelui **60** care este deplasată unghiular în raport cu primul plan **142**. Din motive de simplificare, grupurile **84** au fost omise din Fig. 8. Totuși, fiecare grup **84** se extinde între porțiunile radial exterioare **80** ale perechii de elemente de pârghie **74**.

În aspectul prezentat în Fig. 9, extensia axială pe care acționează grupurile piezoelectrice **84** este diferă între grupul superior **84** și grupul inferior **84**. Mai mult, elementele de pârghie **74** ale perechii inferioare de elemente de pârghie **74** sunt mai scurte decât elementele de pârghie **74** din perechea superioară de elemente de pârghie **74**. Utilizarea grupurilor **84** și a elementelor de pârghie **74** mai lungi sau mai scurte asigură un număr de avantaje. Elementele de pârghie **74** mai lungi măresc distanța radială între grupul **84** și arborele **60**. Cu cât elementele de pârghie **74** sunt mai lungi, cu atât trebuie aplicată o forță mai redusă de către grupul **84** pentru a asigura momentul de încovoiere pe arborele **60** pentru controlul curbării acestuia. Astfel, este asigurat un mijloc suplimentar pentru controlul încovoierii arborelui **60**. Elementele de pârghie **74** mai scurte reduc distanța radială a grupului **84** față de arborele **60**. Utilizarea elementelor de pârghie **74** mai scurte în una sau mai multe porțiuni ale ansamblului suport **72** permite ansamblului suport **72** să fie găzduit în zone având limitări de spațiu.



Utilizarea elementelor de pârghie **74** mai scurte și mai lungi și a grupurilor **84** mai lungi și mai scurți poate permite, spre exemplu, ca un grup **84** să fie suprapus în direcția radială peste alt grup **84** în ansamblul suport **72**, așa cum este prezentat în Fig. 9.

Deși aspectele de mai sus ale invenției au fost descrise în termenii unui ansamblu suport **72** cuplat cu o porțiune de suprafață exterioară **76** a unui arbore **60**, ar trebui înțeles faptul că se situează în domeniul prezentei invenții existența unui ansamblu suport **72**, așa cum este prezentat în Fig. 10, cuplat cu o porțiune de suprafață interioară **148** a unui arbore.

În aspectul prezentat în Fig. 10, ansamblul suport **72** este cuplat cu o porțiune de suprafață interioară **148** a arborelui **60** și se extinde continuu de-a lungul lungimii arborelui **60**. Ansamblul suport **72** include două serii de grupuri **84** și elementele de pârghie **74** corespondente dispuse opus pe prima sau porțiunea superioară **98** a arborelui **60** și a doua sau porțiunea inferioară **100** a arborelui **60**. Porțiunile radial exterioare **80** ale perechilor de elemente de pârghie **74** sunt cuplate prin orice mijloace adecvate la porțiunea de suprafață interioară **148** a arborelui **60**. Grupurile **84** se extind între porțiunile radial interioare **78** ale elementelor de pârghie **74**. Grupurile **84** și elementele de pârghie **74** ale ansamblului suport **72** ilustrate în Fig. 10 acționează în mod substanțial în aceeași manieră ca și în aspectele ansamblului suport **72** descrise mai sus în legătură cu porțiunea de suprafață exterioară **76** a arborelui **60**. Deși ansamblul suport **72** ilustrat în Fig. 10 include două serii de grupuri **84** și elemente de pârghie **74**, este posibil să se aplice momentul pe arborele **60** utilizând aspectele menționate mai sus, cum ar fi intervale scurte independente reciproc de grupuri **84** și elemente **74**, una sau mai multe serii de grupuri și elemente de pârghie extinzându-se pe lungimea arborelui **60**, sau una unul sau mai multe șiruri circulare sau spirale de grupuri și elemente de pârghie extinzându-se cel puțin parțial de-a lungul lungimii arborelui **60**.

În funcționare, grupurile **84** din porțiunea superioară **98** a arborelui **60** pot aplica unul dintre un moment negativ și un moment pozitiv în timp ce grupurile **84** din porțiunea inferioară **100** a arborelui **60** pot aplica simultan celălalt dintre un moment negativ și un moment pozitiv. Astfel, seriile ansamblului suport **72** pot coopera pentru controlul curbării arborelui **60** utilizând o configurație dorită. Mai mult, cuplarea ansamblului suport **72** cu o porțiune de suprafață interioară **148** a

arborelui **60** poate asigura o interferență mai mică între ansamblul suport **72** și caracteristicile mediului de operare a ansamblului suport **72**. Spre exemplu, ansamblul suport **72** prezentat în Fig. 10 nu va interfera cu alte componente ale reactorului nuclear **8**.

Ansamblul de scule **58** poate fi utilizat de asemenea pentru susținerea diferitelor efectuatore de capăt și scule în interiorul miezului reactorului **32**, tubului tip grătar **24**, **26**, tubului calandria **30** sau a tubului de presiune **42**, prin extinderea și susținerea în consolă a ansamblului de scule **58** din corpul **64** al ansamblului de scule. Ansamblul de scule **58** poate susține diferite efectuatore de capăt pentru a conlucra cu diferite componente ale reactorului sau pentru a susține diferite scule, cum ar fi senzori, dispozitive de măsurare, dispozitive de inspectare și dispozitive de capturare video în scopurile întreținerii, curățirii sau inspectării reactorului și a componentelor reactorului.

Deși a fost descris în cadrul de față ceea ce a fost considerat ca fiind exemplele de realizare preferate și ilustrative a prezentei invenții, alte modificări ale acestor exemple de realizare ce se situează în interiorul invenției descrise aici vor fi evidente pentru persoanele de specialitate în domeniu.

## REVEDICĂRI

1. Ansamblu suport pentru controlul încovoierii unui arbore montabil în consolă dintr-un ansamblu sculă pentru un reactor nuclear, ansamblul suport cuprinzând:

- cel puțin o pereche de elemente de pârghie rigide pentru cuplarea cu cel puțin o porțiune a arborelui, elementele de pârghie extinzându-se radial depărtat de porțiunea de arbore și fiind distanțate axial și securizate pe o porțiune de suprafață exterioară a porțiunii de arbore la nivelul porțiunilor radial interioare ale elementelor de pârghie;

- un actuator rigid pentru realizarea momentului de încovoiere ce se extinde între porțiunile radial exterioare ale fiecărei perechi de elemente de pârghie pentru aplicarea forței între porțiunile radial exterioare; în care

aplicarea forței între porțiunile radial exterioare ale elementelor de pârghie deplasează porțiunile radial exterioare unele în raport cu altele pentru aplicarea momentului pe porțiunea de arbore ce se extinde între porțiunile radial interioare, momentul controlând într-o manieră rigidă încovoierea porțiunii de arbore atunci când acesta este montat în consolă.

2. Ansamblu suport conform revendicării 1, în care porțiunea de arbore susține o sarcină.

3. Ansamblu suport conform revendicării 2, în care sarcina include cel puțin una dintre o sculă, un senzor, o cameră, un dispozitiv de măsurare, un dispozitiv de inspectare, un dispozitiv de curățare și un efectuator de capăt.

4. Ansamblu suport conform revendicării 2, în care sarcina include un component al unui reactor nuclear.

5. Ansamblu suport conform revendicării 4, în care componentul de reactor este cel puțin un component selectat dintr-un grup constând din cel puțin o porțiune a unui tub calandria, cel puțin o porțiune a unui tub de presiune, un distanțier inelar, cel puțin un dispozitiv de restricționare a curgerii, o sculă și un consumabil utilizabil într-o operație.

6. Ansamblu suport conform revendicării 1, cuprinzând o multitudine de actuatore pentru realizarea momentului de încovoiere și perechi corespondente de elemente de pârghie.

7. Ansamblu suport conform revendicării 6, în care unele dintre actuatorele pentru realizarea momentului de încovoiere aplică forță cu aceeași valoare sau o valoare diferită în raport cu forța aplicată de celelalte dintre actuatorele pentru realizarea momentului de încovoiere.

8. Ansamblu suport conform revendicării 1, în care o axă longitudinală a actuatorului pentru realizarea momentului de încovoiere este paralelă cu o axă longitudinală a porțiunii de arbore.

9. Ansamblu suport conform revendicării 1, în care elementele de pârghie sunt fixate permanent pe porțiunea de suprafață exterioară a porțiunii de arbore.

10. Ansamblu suport conform revendicării 1, în care elementele de pârghie sunt selectate din grupul constând din brațe de pârghie rigide și un colier inelar care înconjoară cel puțin parțial axa longitudinală a porțiunii de arbore și este cuplat cu porțiunea de suprafață exterioară a porțiunii de arbore.

11. Ansamblu suport conform revendicării 6, în care ansamblul suport este cuplat cu suprafața exterioară a porțiunii de arbore la intervale scurte independente reciproc ale actuatorelor pentru realizarea momentului de încovoiere și elementele de pârghie corespondente.

12. Ansamblu suport conform revendicării 6, în care:



- cel puțin o pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent sunt situate pe un prim plan ce traversează o axă longitudinală a porțiunii de arbore;

- cel puțin o altă pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent sunt situate pe un al doilea plan ce traversează o axă longitudinală a porțiunii de arbore; și

- al doilea plan este diferit de primul plan.

13. Ansamblu suport conform revendicării 12, în care:

- planele sunt perpendiculare unul pe celălalt; și

- acea cel puțin o pereche și acea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie împart o poziție axială de-a lungul porțiunii de arbore pentru aplicarea simultană a momentelor de încovoiere perpendiculare, independente reciproc, pe un segment comun al porțiunii de arbore atunci când actuatorii corespondente pentru realizarea momentului de încovoiere sunt energizate.

14. Ansamblu suport conform revendicării 12, în care:

- planele sunt paralele unul cu celălalt; și

- acea cel puțin o pereche și acea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie împart o poziție axială de-a lungul porțiunii de arbore pentru aplicarea simultană a momentelor de încovoiere combinate, independente reciproc, pe un segment comun al porțiunii de arbore atunci când actuatorii corespondente pentru realizarea momentului de încovoiere sunt energizate.

15. Ansamblu suport conform revendicării 13, în care

- acea cel puțin o pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent reprezintă o primă serie de elemente de pârghie și actuatorii pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente;

- acea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent reprezintă o a doua serie de elemente de pârghie și actuatorii pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente; și

- ansamblul suport se extinde continuu de-a lungul porțiunii de arbore.

16. Ansamblu suport conform revendicării 14, în care:

- acea cel puțin o pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent reprezintă o primă serie de elemente de pârghie și actuatorele pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente;

- acea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent reprezintă o a doua serie de elemente de pârghie și actuatorele pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente; și

- ansamblul suport se extinde continuu de-a lungul porțiunii de arbore.

17. Ansamblu suport conform revendicării 6, cuprinzând:

- o multitudine de perechi de elemente de pârghie și actuatore pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente poziționate independente reciproc pe porțiunea de suprafață exterioară a porțiunii de arbore într-un șir spiral în jurul unei axe longitudinale a porțiunii de arbore.

18. Ansamblu suport conform revendicării 1, în care:

- porțiunea de arbore este fabricată dintr-un material având un domeniu elastic și eforturile generate în porțiunea de arbore de momentul de încovoiere se situează în domeniul elastic al materialului.

19. Ansamblu suport conform revendicării 12, în care:

- planele sunt paralele unul cu celălalt și acea cel puțin o pereche de elemente de pârghie este mai scurtă în lungime decât acea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie; și

- actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere ce se extinde între acea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie este distanțat radial mai mult față de axa longitudinală a porțiunii de arbore decât actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere ce se extinde între acea cel puțin o pereche de elemente de pârghie.

20. Ansamblu suport conform revendicării 1, în care elementele de pârghie sunt fixate detașabil pe porțiunea de suprafață exterioară a porțiunii de arbore.

21. Ansamblu suport pentru controlul încovoierii unui arbore gol la interior, montabil în consolă, dintr-un ansamblu sculă pentru un reactor nuclear, ansamblul suport cuprinzând:

- cel puțin o pereche de elemente de pârghie rigide pentru cuplarea cu cel puțin o porțiune a arborelui, elementele de pârghie extinzându-se radial în interiorul unei găuri a porțiunii de arbore și fiind distanțate axial și securizate pe o porțiune de suprafață interioară a porțiunii de arbore la nivelul porțiunilor radial exterioare ale elementelor de pârghie;

- un actuator rigid pentru realizarea momentului de încovoiere ce se extinde între porțiunile radial interioare ale fiecărei perechi de elemente de pârghie pentru aplicarea forței între porțiunile radial interioare; în care

aplicarea forței între porțiunile radial interioare ale elementelor de pârghie deplasează porțiunile radial interioare unele în raport cu altele pentru aplicarea momentului pe porțiunea de arbore ce se extinde între porțiunile radial exterioare, momentul controlând într-o manieră rigidă încovoierea porțiunii de arbore atunci când acesta este montat în consolă.

22. Ansamblu suport conform revendicării 21, în care porțiunea de arbore susține o sarcină.

23. Ansamblu suport conform revendicării 22, în care sarcina include cel puțin una dintre o sculă, un senzor, o cameră, un dispozitiv de măsurare, un dispozitiv de inspectare, un dispozitiv de curățare și un efectuator de capăt.

24. Ansamblu suport conform revendicării 22, în care sarcina include un component al unui reactor nuclear.

25. Ansamblu suport conform revendicării 24, în care componentul de reactor este cel puțin un component selectat dintr-un grup constând din : cel puțin o porțiune a unui tub calandria, cel puțin o porțiune a unui tub de presiune, un

distanțier inelar, cel puțin un dispozitiv de restricționare a curgerii, o sculă și un consumabil utilizabil într-o operație.

26. Ansamblu suport conform revendicării 21, cuprinzând o multitudine de actuatori pentru realizarea momentului de încovoiere și perechi corespondente de elemente de pârghie.

27. Ansamblu suport conform revendicării 26, în care unele dintre actuatorii pentru realizarea momentului de încovoiere aplică forță cu aceeași valoare sau o valoare diferită în raport cu forța aplicată de celelalte dintre actuatorii pentru realizarea momentului de încovoiere.

28. Ansamblu suport conform revendicării 21, în care o axă longitudinală a actuatorului pentru realizarea momentului de încovoiere este paralelă cu o axă longitudinală a porțiunii de arbore.

29. Ansamblu suport conform revendicării 21, în care elementele de pârghie sunt fixate permanent pe porțiunea de suprafață interioară a porțiunii de arbore.

30. Ansamblu suport conform revendicării 21, în care elementele de pârghie sunt selectate din grupul constând din brațe de pârghie rigide și un colier inelar care înconjoară cel puțin parțial axa longitudinală a porțiunii de arbore și este cuplat cu porțiunea de suprafață interioară a porțiunii de arbore.

31. Ansamblu suport conform revendicării 26, în care ansamblul suport este cuplat cu suprafața interioară a porțiunii de arbore la intervale scurte independente reciproc ale actuatorilor pentru realizarea momentului de încovoiere și elementele de pârghie corespondente.

32. Ansamblu suport conform revendicării 26, în care:

- cel puțin o pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent sunt situate pe un prim plan ce traversează o axă longitudinală a porțiunii de arbore;



- cel puțin o altă pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent sunt situate pe un al doilea plan ce traversează o axă longitudinală a porțiunii de arbore; și

- al doilea plan este diferit de primul plan.

33. Ansamblu suport conform revendicării 32, în care:

- planele sunt perpendiculare unul pe celălalt; și

- acea cel puțin o pereche și acea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie împart o poziție axială de-a lungul porțiunii de arbore pentru aplicarea simultană a momentelor de încovoiere perpendiculare, independente reciproc, pe un segment comun al porțiunii de arbore atunci când actuatorii corespondente pentru realizarea momentului de încovoiere sunt energizate.

34. Ansamblu suport conform revendicării 32, în care:

- planele sunt paralele unul cu celălalt; și

- acea cel puțin o pereche și acea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie împart o poziție axială de-a lungul porțiunii de arbore pentru aplicarea simultană a momentelor de încovoiere combinate, independente reciproc, pe un segment comun al porțiunii de arbore atunci când actuatorii pentru realizarea momentului de încovoiere sunt energizate.

35. Ansamblu suport conform revendicării 33, în care

- acea cel puțin o pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent reprezintă o primă serie de elemente de pârghie și actuatorii pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente;

- acea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent reprezintă o a doua serie de elemente de pârghie și actuatorii pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente; și

- ansamblul suport se extinde continuu de-a lungul porțiunii de arbore.

36. Ansamblu suport conform revendicării 34, în care:

- aceea cel puțin o pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent reprezintă o primă serie de elemente de pârghie și actuatorele pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente;

- aceea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie și actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere corespondent reprezintă o a doua serie de elemente de pârghie și actuatorele pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente; și

- ansamblul suport se extinde continuu de-a lungul porțiunii de arbore.

37. Ansamblu suport conform revendicării 26, cuprinzând:

- o multitudine de perechi de elemente de pârghie și actuatore pentru realizarea momentului de încovoiere corespondente poziționate independente reciproc pe porțiunea de suprafață interioară a porțiunii de arbore într-un șir spiral în jurul unei axe longitudinale a porțiunii de arbore.

38. Ansamblu suport conform revendicării 21, în care:

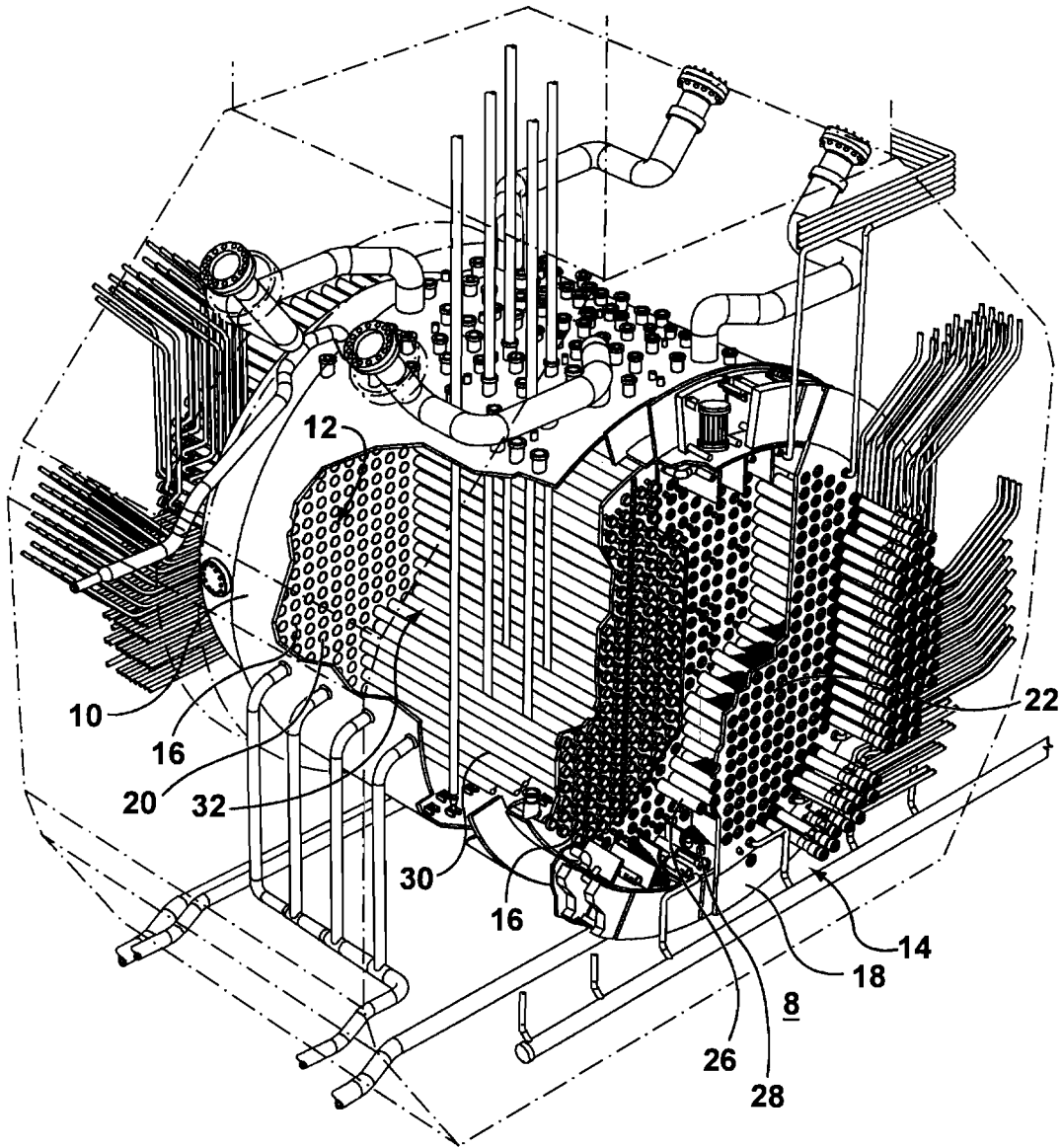
- porțiunea de arbore este fabricată dintr-un material având un domeniu elastic și eforturile generate în porțiunea de arbore de momentul de încovoiere se situează în domeniul elastic al materialului.

39. Ansamblu suport conform revendicării 12, în care:

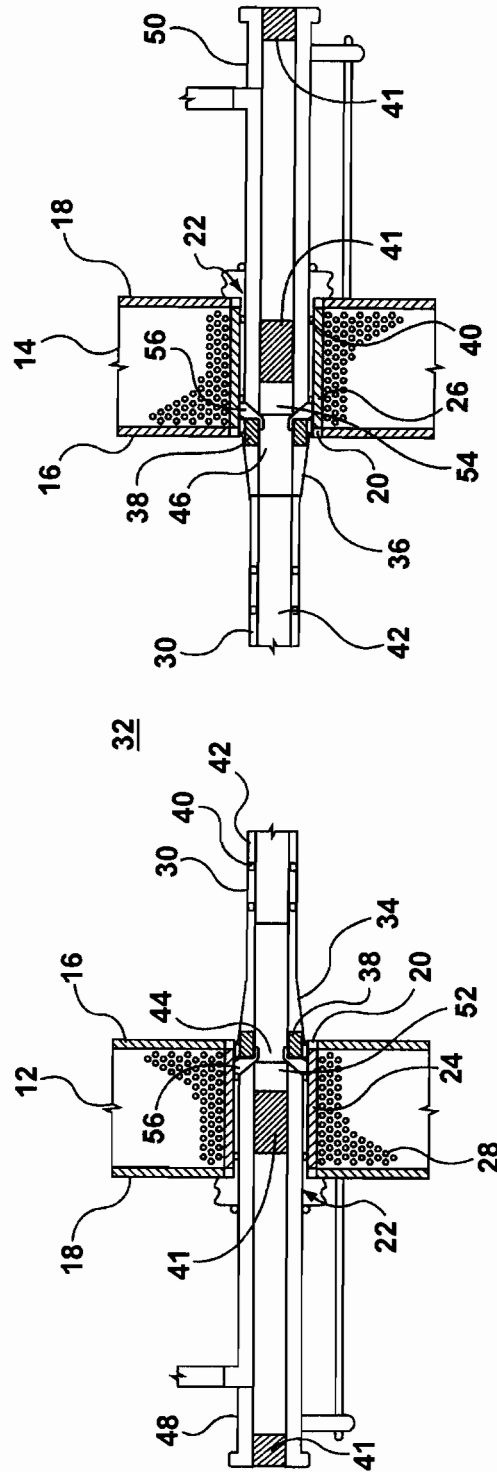
- planele sunt paralele unul cu celălalt și aceea cel puțin o pereche de elemente de pârghie este mai scurtă în lungime decât aceea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie; și

- actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere ce se extinde între aceea cel puțin cealaltă pereche de elemente de pârghie este distanțat radial mai aproape față de axa longitudinală a porțiunii de arbore decât actuatorul pentru realizarea momentului de încovoiere ce se extinde între aceea cel puțin o pereche de elemente de pârghie.

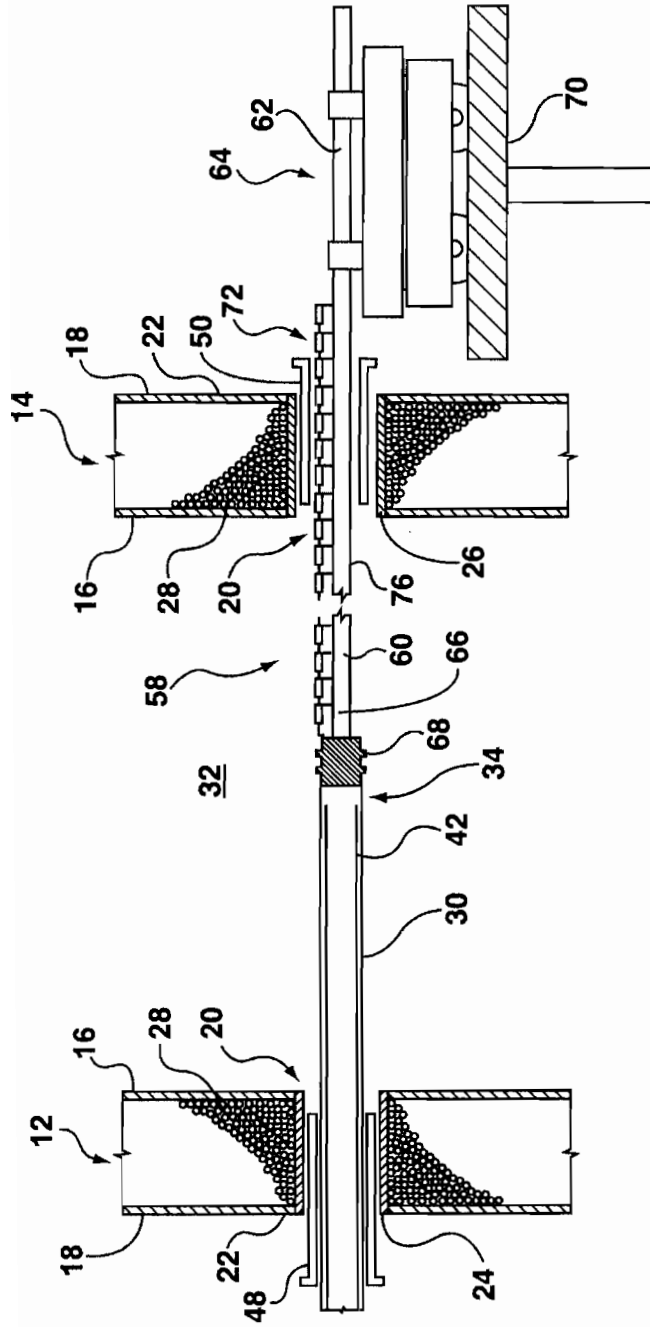
40. Ansamblu suport conform revendicării 21, în care elementele de pârghie sunt fixate detașabil pe porțiunea de suprafață interioară a porțiunii de arbore.



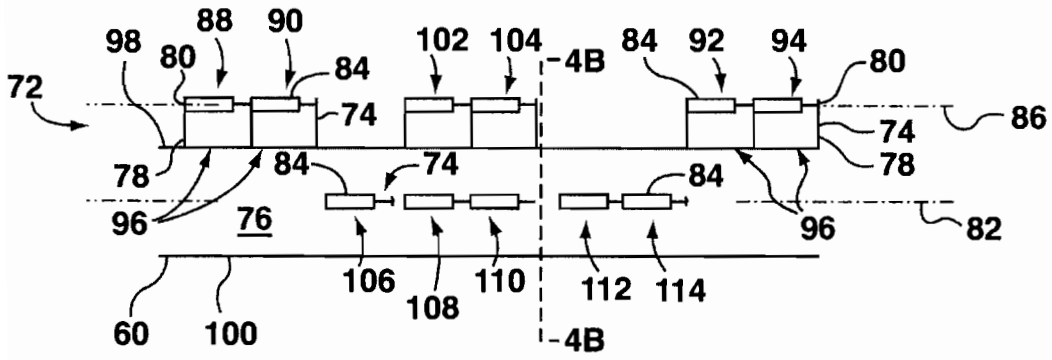
**FIG. 1**



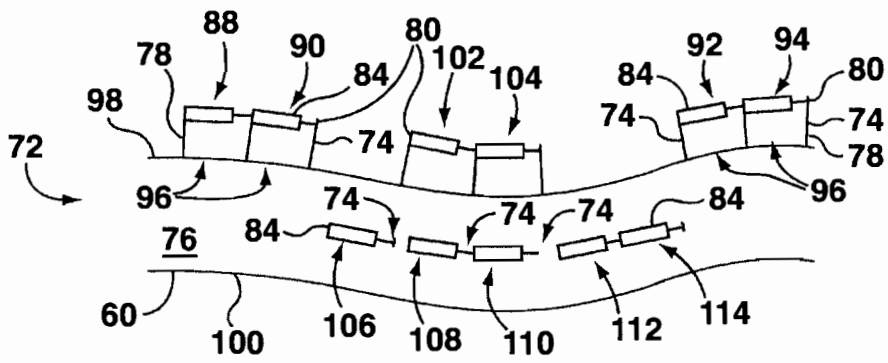
**FIG. 2**



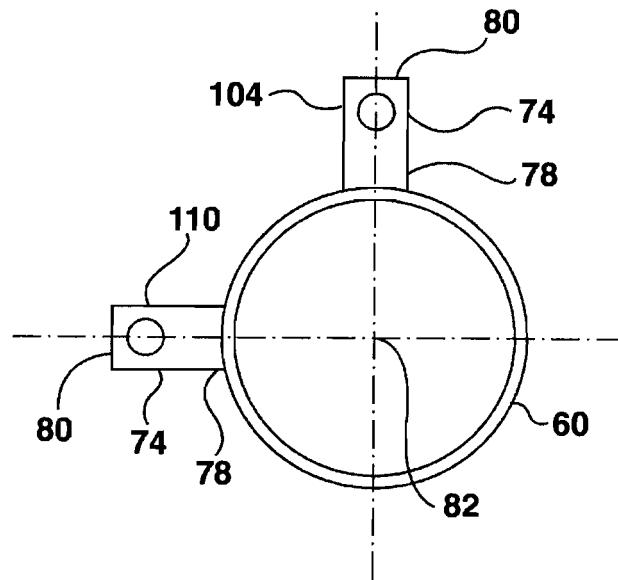
**FIG. 3**



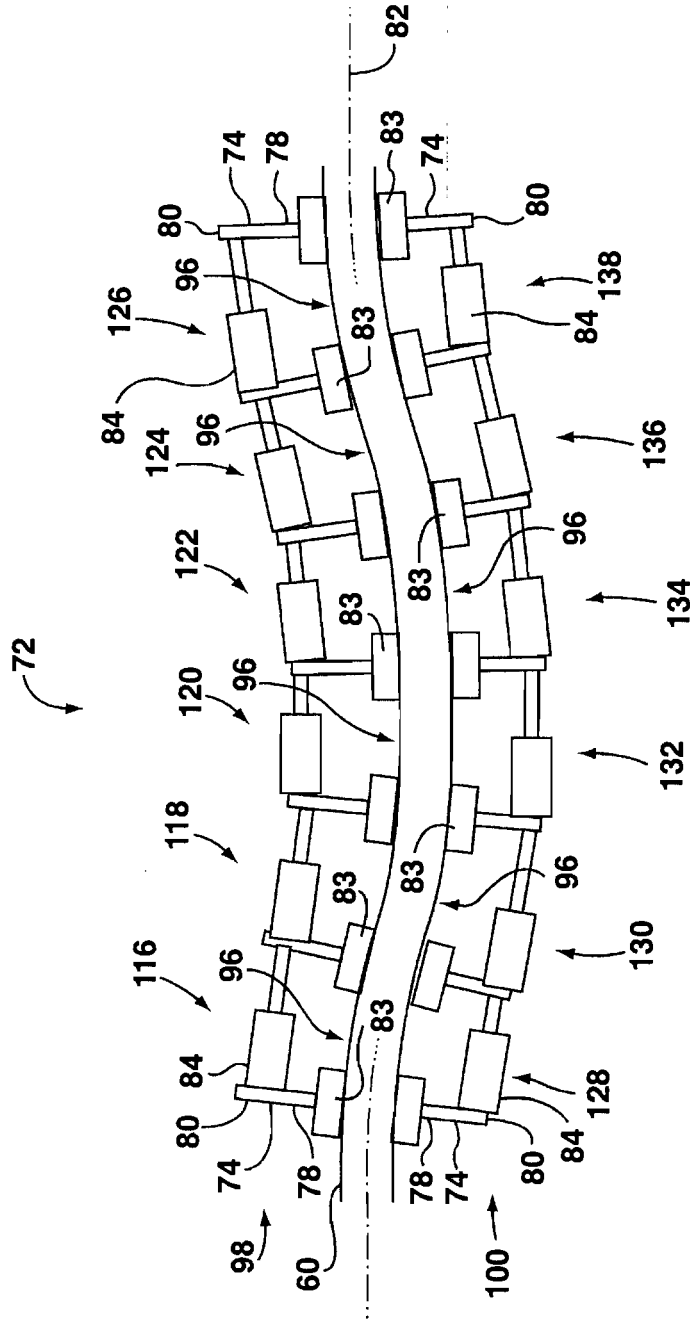
**FIG. 4A**



**FIG. 5**

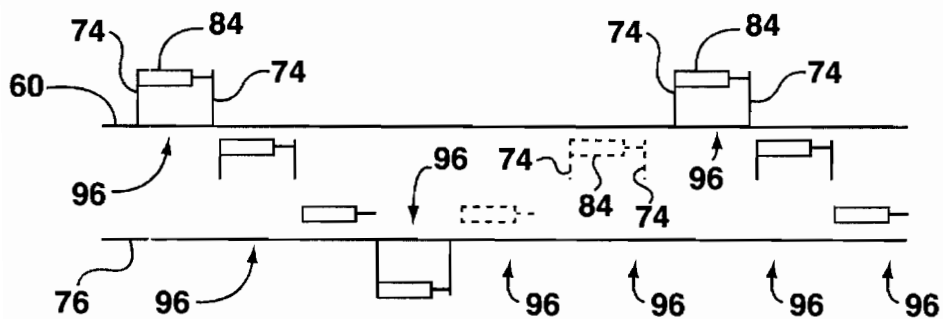


**FIG. 4B**

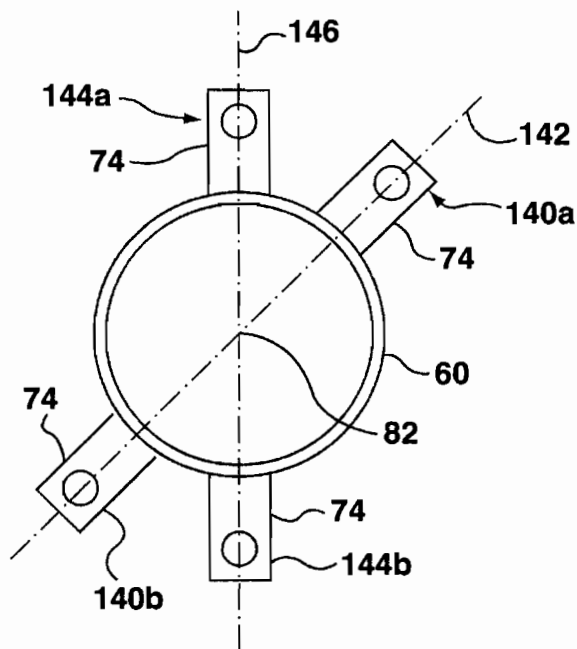


**FIG. 6**

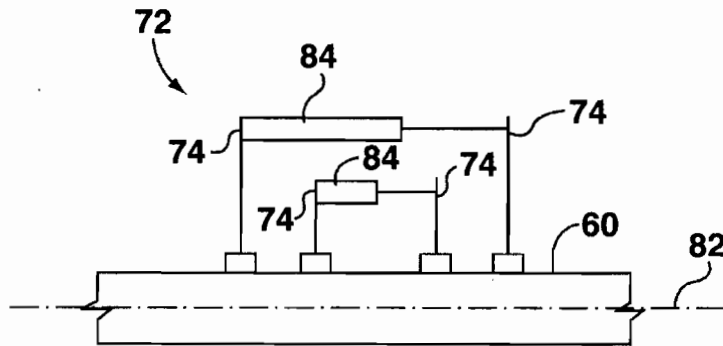




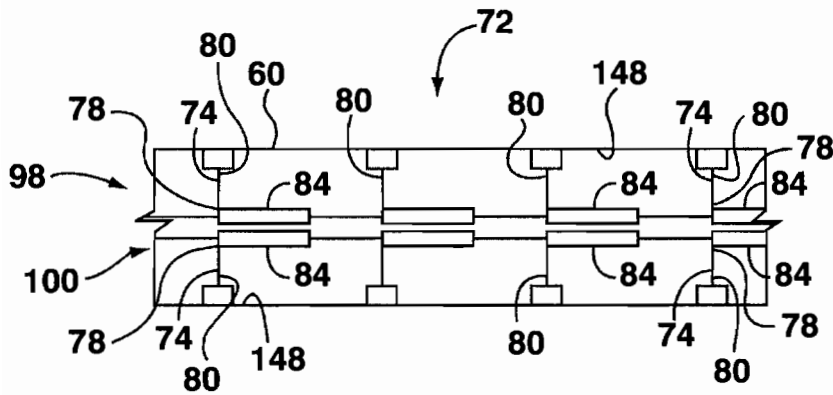
**FIG. 7**



**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**