



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00973

(22) Data de depozit: 27/11/2018

(41) Data publicării cererii:
29/05/2020 BOPI nr. 5/2020

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

(72) Inventatori:
• POPESCU TEODOR COSTINEL,
STR. ALMAȘU MIC NR.14, BL. B 20, SC.3,
AP.24, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;
• DRUMEA PETRIN, STR.REZONANȚEI
NR.1-3, BL.15-16, SC.E, AP.69, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;
• BĂLAN IOAN, ȘOSEAUA GIURGIULUI
NR. 113-115, BL.O, SC.1, ET. 6, AP. 27,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO

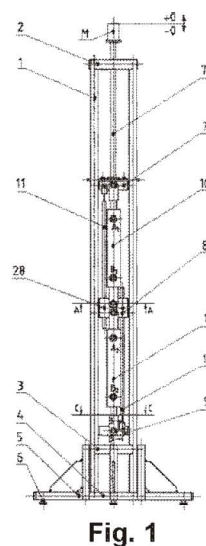
(54) SIMULATOR PENTRU EVALUAREA EXPERIMENTALĂ
A COMPENSATOARELOR DE VALURI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un simulator pentru evaluarea experimentală a compensatoarelor de valuri, cu control de poziție în buclă închisă, destinate macaralelor plutitoare și platformelor de foraj marin. Simulatorul, conform invenției, conține un cadru (1) metalic paralelipipedic, format din patru țevi calibrate, sudate astfel încât acesta să formeze pe suprafețele laterale două căi de rulare pentru săniile mobile cu role (7 și 8), în axul central al săniilor mobile și al unei traverse (9) fixe, sudată la baza cadrului (1) metalic, montându-se doi cilindri hidraulici identici, cu dublu efect, prevăzuți cu traductori inductivi de cursă, respectiv: cilindrul (10) cu traductorul (11) care, împreună cu un distribuitor (34) hidraulic proporțional și un calculator de proces, formează un servocilindru de simulare a valurilor, și cilindrul (12) cu traductorul (13) care, împreună cu un distribuitor (35) hidraulic proporțional și același calculator de proces, formează servocilindrul de simulare a comportării dinamice a compensatorului activ, iar unui cilindru (12), fixat între traversa (9) fixă și sania (8) mobilă îi este permisă numai deplasarea corpului, cilindruului (10) fixat între cele două sănii (7 și 8) mobile fiindu-i permisă fie deplasarea tijei, fie deplasarea corpului, simulatorul funcționând ca un servomecanism hidraulic cu o buclă externă și două bucle interne de reglare a poziției, cilindrii (10 și 12) hidraulici racordându-se la un modul de pompare și distribuție, care conține o pompă (30) volumică reglabilă, antrenată de un motor (31) electric cu turație constantă, un rezervor

(32) de ulei, o supapă (33) de siguranță, două distribuitoare (34 și 35) hidraulice proporționale, motorul de antrenare a pompei, electromagneții distribuitoarelor proporționale și traductoarele de cursă conectându-se la un modul electric de alimentare și comandă, care conține un tablou (36) electric și un calculator (37) de proces.

Revendicări: 3
Figuri: 3



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).



Simulator pentru evaluarea experimentală a compensatoarelor de valuri

Invenția se referă la un simulator pentru evaluarea în laborator a compensatoarelor active de valuri, cu control de poziție în buclă închisă, destinate macaralelor plutitoare și platformelor de foraj marin.

În stadiul tehnicii se cunoaște faptul că mișcările de ridicare și coborâre a vaselor/platformelor purtătoare de macarale sau instalații de foraj, cauzate de dinamica perturbatorie a valurilor, variată în forță, frecvență, direcție și amplitudine, afectează poziționarea precisă a sarcinilor (la macarale) și duc la uzură prematură a sabelor de foraj (la instalațiile de foraj marin).

Acest efect perturbator asupra celor două tipuri de instalații plutitoare, respectiv starea de agitație a valurilor, influențează negativ condițiile normale de funcționare; inițial cele mai multe operațiuni de manevrare a acestor tipuri de instalații aveau loc pe marea calmă și erau întârziate ori de câte ori marea devenea foarte agitată, respectiv condițiile meteo deveneau nefavorabile.

Pentru creșterea productivității instalațiilor plutitoare de ridicare/forare, respectiv reducerea progresivă a dependenței funcționării acestora de starea de agitație a valurilor, s-au implementat în structura respectivelor utilaje sisteme de compensare din ce în ce mai evoluate: sisteme de compensare pasivă, sisteme de compensare activă și sisteme de compensare hibridă (activ-pasivă sau semiactivă). Toate aceste tipuri de compensatoare decuplează mișcarea de încărcare / descărcare a sarcinii de la mișcarea de ridicare /coborâre a navei.

Compensatoarele pasive de valuri sunt sisteme izolatoare de vibrații formate fie dintr-un amortizor și un arc de compresiune, montate în paralel, fie dintr-un acumulator hidropneumatic. Ele funcționează ca sisteme în buclă deschisă, în care intrarea este reprezentată de mișcarea navei, iar ieșirea este reducerea amplitudinii mișcării sarcinii atașate de cârligul macaralei plutitoare. Aceste compensatoare nu necesită energie din exterior pentru funcționare. Sistemele de compensare cu buclă deschisă pot avea un randament mediu de până la 10-35%.

Compensatoarele active de valuri implică controlul în buclă închisă și necesită energie din exterior pentru funcționare. Dacă nava este ridicată de val, atunci printr-un controler se comandă un sistem compensator activ, care acționează în sens contrar coborârea sarcinii, cu aceeași deplasare. Sistemele de compensare cu buclă închisă pot avea un randament de cel puțin 80%.

Deși compensatoarele active au un randament ridicat, din cauza costurilor mari ele au fost abandonate în favoarea *compensatoarelor hibride sau semiactive*. Aceste tipuri de compensatoare au o componentă pasivă și o componentă activă. Componenta pasivă conține doi cilindri pneumatici mari, care se încarcă la o presiune corespunzătoare menținerii în echilibru a sarcinii, la jumătatea cursei lor. Componentă activă, mult mai ieftină decât în cazul compensatoarelor total active, conține un servocilindru hidraulic mic, ce aplică sarcinii forțe de ajustare bazate pe o strategie de control activă. Cele mai moderne modele de control pentru sistemele de compensare a valurilor sunt *modelele semiactive predictive, cu prognozarea intensității agitației valurilor*.

Un exemplu din stadiul tehnicii privind sistemele și metodele de compensare semiactivă a agitației valurilor este Brevetul internațional Nr. WO 01/77000 A1, cu titlul "ACTIVE DEPLOYMENT SYSTEM AND METHOD", publicat în data 18.10.2001, Inventor; and Inventor/Applicant (for US only): JORDAN, Larry, Russell [US/US]; 11311 Holderrieth, Tomball, TX 77375 (US).

Sistemul de compensare semiactivă, descris în acest brevet, conține un cilindru pneumatic pasiv, cuplat la un cilindru hidraulic activ. Sistemul cilindrului pasiv este preîncărcat, de la un acumulator pneumatic, la o presiune care să-i permită susținerea încărcăturii agățată de un cablu și echilibrarea acesteia la jumătatea cursei. Pentru amplificarea cursei cilindrului activ se folosește un sistem de scripeti montați la capetele

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2018 00943
Data depozit ..27..11..2018....



2-

opuse ale ansamblului celor doi cilindri. Cilindru activ este controlat hidraulic pentru a adăuga sau scoate sarcina în / de la sistemul cilindrului pasiv, funcție de ridicarea /coborârea valurilor, în scopul realizării unei compensări de echilibru. Cilindru activ funcționează în buclă închisă de poziție, fiind comandat de un distribuitor hidraulic proporțional, prin intermediul unui traductor de poziție, unui servocontroler și a unei metode de măsurare a mișcării de accelerare și reglare a tensiunii din cablu.

Prezenta invenție conține un servomecanism hidraulic cu o buclă externă și două bucle interne de reglare a poziției. Prima buclă internă de reglare a poziției se manifestă la nivelul unui servocilindru hidraulic, care simulează starea de agitație a valurilor și este amplasat la partea inferioară a unui ansamblu de doi cilindri hidraulici identici, cuplați între ei. A doua buclă internă de reglare a poziției se manifestă la nivelul unui alt servocilindru hidraulic, amplasat la partea superioară a aceluiași ansamblu, care simulează comportarea dinamică a componentei active dintr-un sistem hibrid de compensare a valurilor. Bucla externă de reglare a poziției face ca indiferent de semnalul de excitație aplicat primului servocilindru, cel de-al doilea servocilindru să urmărească deplasarea primului, în sens contrar și cu aceeași viteză, astfel încât capătul tijeii acestuia să rămână permanent poziționat la aceeași cotă față de un plan de referință fix (pardoseala laboratorului, de exemplu).

Prin utilizarea simulatorului conform invenției se rezolvă următoarele probleme din stadiul tehnicii:

- testarea în condiții de laborator a componentei active a sistemelor semiactive de compensare a valurilor, destinate macaralelor și instalațiilor de foraj plutitoare (servocilindru hidraulic activ, distribuitor hidraulic proporțional sau servovalvă, traductor de poziție, controler);
- verificarea, în condiții de laborator, a metodelor de reglare și comandă dedicate componentei active a sistemelor hibride de compensare a valurilor;
- simularea în laborator a mișcării de ridicare / coborâre a valurilor, cu amplitudini și frecvențe variabile, respectiv a condițiilor reale de funcționare a compensatoarelor de valuri;
- simularea în laborator a unui program de prognoză a stării de agitație a valurilor, în funcție de care să se evalueze performanțele dinamice ale componentei active a sistemelor hibride de compensare a valurilor (timpul de răspuns, stabilitatea, eroarea de poziționare).

Invenția se aplică la testarea în laborator a componentei active din cadrul compensatoarelor de valuri hibride, înainte de montarea acestora pe macarale sau instalații de foraj plutitoare.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- posibilitatea realizării validării experimentale, cu costuri reduse, a modelelor matematice și de simulare numerică realizate pentru componenta activă a compensatoarelor hibride de valuri;
- posibilitatea realizării unor demonstrații experimentale, cu costuri reduse, a metodelor de comandă dedicate compensatoarelor hibride de valuri;
- posibilitatea realizării unor verificări periodice experimentale, cu costuri reduse, a componentelor specifice compensatoarelor hibride de valuri, cu ocazia reviziilor programate ale macaralelor și platformelor de foraj plutitoare.

În cele ce urmează se dă un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...3, care reprezintă:

- **fig.1**, un desen de ansamblu-montaj al simulatorului, în vedere principală;
- **fig.2**, trei secțiuni prin simulator, efectuate la: nivelul bolțului de prindere a corpului cilindrului superior, nivelul bolțului de prindere a traductorului de cursă al cilindrului inferior, nivelul tijeii cilindrului inferior;
- **fig.3**, schema principală de acționare și comandă hidraulică a simulatorului.

Simulatorul pentru evaluarea experimentală a compensatoarelor active de valuri conform invenției, este format dintr-un cadru metalic **1**, construit din patru țevi calibrate cu secțiune pătrată, sudate pe exterior la partea superioară cu patru platbande metalice **2** și



la partea inferioară cu alte patru platbande **3**. Acest cadru este sudat peste o placă metalică de bază **4** și se sprijină pe patru picioare **5**, în formă literei „L”, confecționate tot din țevă patrată, care se sudează împreună cu câte o nervură de rigidizare la partea inferioară a cadrului și care sunt prevăzute cu șuruburi **6** de reglare a verticalității.

Pe căile de ghidare formate în cadrul **1** se pot deplasa două sănii mobile; prima, **7**, prevăzută cu două role, iar a doua, **8**, prevăzută cu patru role. Cele două sănii mobile **7** și **8**, împreună cu o traversă fixă **9**, sudată pe interiorul cadrului, la partea inferioară deasupra platbandelor **3**, constituie elementele de care se prind doi cilindri hidraulici cu dublu efect, identici și două traductoare inductive de cursă, identice; cilindrul superior **10** și traductorul de cursă **11** se prind cu tijele de sania mobilă **7** și corpurile de sania mobilă **8**, iar cilindrul inferior **12** și traductorul de cursă inferior **13** se prind cu corpurile de sania mobilă **8** și tijele de traversa fixă **9**. Traversa fixă **9** se sudează de două platbande **29**, sudate și ele pe interiorul cadrului **1**.

Pe sania mobilă **7**, în centrul ei, se fixează cu două șuruburi un subansamblu **7.0** format dintr-o țevă metalică, prevăzută la capătul inferior cu o traversă care ghidează deplasarea tijeii cilindrilor **10** pe căile de rulare ale cadrului metalic **1**, iar la capătul superior cu un suport pentru fixarea unei mase **M**, ce reprezintă sarcina cilindrilor **10**.

Fiecare din rolele **14**, care permit mobilitatea săniilor **7**, **8**, respectiv deplasarea tijeii și corpului, în cazul cilindrilor **10** și numai corpului, în cazul cilindrilor **12** este fixată de sanie cu câte un bolț, **15**, o șaibă plată, **16** și un inel elastic de arbore, **17**.

Prinderea cu furcile **18** ale cilindrilor **10** și **12**, de săniile mobile **7**, **8** și de traversa fixă **9** se realizează cu bolțurile **19**, șaibe plate **20** și inelele elastice de arbore **21**.

Prinderea cu furcile **22**, ale tijelor traductoarelor de cursă, de sania mobilă **7** și traversa fixă **9** se realizează prin intermediul șaibelor plate **23**, piulițelor **24**, bolțurilor **25**, inelelor elastice de arbore **26** și șaibelor plate **27**. Fixarea corpurilor traductoarelor de cursă, de sania mobilă **8** se realizează prin intermediul câte unui șurub **28**.

Cei doi cilindri hidraulici **10** și **12** se racordează la un stand format dintr-o pompă volumică cu debit reglabil **30**, antrenată de un motor electric trifazat cu turație constantă **31**, care aspiră dintr-un rezervor de ulei **32** și refulează pe un circuit prevăzut cu o supapă de siguranță **33**, în racordul **P** al distribuitorului hidraulic proporțional **34**, ce comandă viteza și sensul de deplasare al cilindrilor **10** și în racordul **P** al distribuitorului hidraulic proporțional **35**, ce comandă viteza și sensul de deplasare al cilindrilor **12**. Racordurile **A1** și **B1** ale distribuitorului **34** se leagă prin furtune hidraulice cu racordurile **A1** și **B1** ale cilindrilor **10**, iar racordurile **A2** și **B2** ale distribuitorului **35** se leagă prin furtune hidraulice cu racordurile **A2** și **B2** ale cilindrilor **12**. Racordul de drenaj al pompei **30**, racordul de ieșire al supapei **33** și racordurile **T** ale distribuitorilor **34** și **35** se leagă la rezervorul **32**.

Standul hidraulic este completat cu un subansamblu de alimentare electrică și de comandă, format dintr-un tablou electric **36** cu un circuit trifazic pentru alimentarea motorului electric **31** și un circuit monofazic de comandă, pentru alimentarea unui calculator de proces **37**, care primește informații de la traductoarele de cursă **13** și **11**, prin două cabluri electrice și emite comenzi, prin aceleași cabluri, către electromagneții **e₄**, **e₃** și **e₂**, **e₁** ai distribuitorilor **35**, respectiv **34**.

Modul de funcționare al simulatorului, conform invenției, pe faze este următorul:

În faza 1, se pregătește instalația hidraulică de lucru: se aerisesc cei doi cilindri hidraulici **10** și **12**, prin comanda alternativă, din calculatorul de proces **36**, a acționării lor succesive, astfel încât fiecare să efectueze 10-15 curse complete; pentru deplasarea completă, în ambele sensuri, a cilindrilor **10** se alimentează succesiv electromagneții **e₁**, **e₂** după care, pentru deplasarea completă, în ambele sensuri, a cilindrilor **12** se alimentează succesiv electromagneții **e₃**, **e₄**.

În faza 2, se poziționează fiecare din cei doi cilindri hidraulici, **10** și **12**, la jumătatea cursei lor.

În faza 3, se introduce în calculatorul de proces **37** o aplicație software dedicată, care să genereze semnale de excitație pentru cilindrul **12**, de formă treaptă, sinusoidală, dreptunghiulară ș.a., prin acționarea programată a electromagneților **e₃**, **e₄** și să lanseze comenzi electrice, pentru electromagneții **e₁**, **e₂**, proporționale cu deplasarea cilindrilor **12**.



astfel încât cilindrul **10** să urmărească deplasarea cilindrului **12**, cu aceeași viteză și mărime a cursei, dar în sens opus.

Fazele 1, 2 și 3 se desfășoară în regimul de lucru manual al simulatorului.

*În faza 4, pentru desfășurarea testelor experimentale și achiziția de date se comută funcționarea simulatorului în regimul de lucru automat. Pe displayul calculatorului de proces **37** sunt afișate graficul de răspuns al servocilindrului format din cilindrul **12**+distribuitorul **35**+traductorul **13**+calculatorul de proces **37**, care simulează valul, la semnalul de excitație generat de calculatorul de proces **37** și graficul de răspuns al servocilindrului format din cilindrul **10**+distribuitorul **34** +traductorul **11**+calculatorul de proces **37**, care simulează comportarea dinamică a componentei active dintr-un compensator de valuri, la comenzile date din același calculator de proces **37**. În memoria calculatorului de proces se pot stoca, sub forma tabelară și prelucra, în forma grafică, datele experimentale obținute. Vizual, se poate observa că deplasările **sus-jos ale corpului** cilindrului **12** sunt compensate de deplasările **jos-sus ale corpului sau tije** cilindrului **10**, iar masa **M**, aplicată ca sarcină pentru cilindrul **10**, respectiv *cilindrul activ al compensatorului hibrid de valuri* rămâne imobilă.*



Revendicări

1. Simulator pentru evaluarea experimentală a componentei active dintr-un compensator hibrid de valuri, care conține un dispozitiv format din patru țevi metalice calibrate, sudate sub forma unui cadru metalic paralelipipedic, astfel încât acesta să formeze pe suprafețele laterale două căi de rulare, pe care se pot deplasa o sanie mobilă (7), cu două role și o sanie mobilă (8), cu patru role, **caracterizat prin aceea că** în axul central al celor două sănii mobile și al unei treverse fixe (9), sudată la baza cadrului metalic, se montează doi cilindri hidraulici identici cu dublu efect, respectiv cilindrul (10) cu funcție de simulare a valurilor, prevăzut cu traductorul inductiv de cursă (11) și cilindrul (12) cu funcție de compensator activ de valuri, prevăzut cu traductorul de cursă (13), astfel încât cilindrului (13), cu tija sa și tija traductorului prinse de traversa fixă (9), respectiv corpul său și tija traductorului prinse de sania mobilă (8) să-i fie posibilă numai deplasarea corpului, iar cilindrului (10), cu tija sa și tija traductorului prinse de sania mobilă (7), respectiv corpul său și corpul traductorului prinse de sania mobilă (8) să-i fie permise fie deplasarea tijei, fie deplasarea corpului.

2. Simulator pentru evaluarea experimentală a componentei active dintr-un compensator hibrid de valuri, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru funcționare, cei doi cilindri hidraulici (10) și (12) se racordează la un stand format dintr-o pompă volumică cu debit reglabil (30), antrenată de un motor electric trifazat cu turație constantă (31), care aspiră dintr-un rezervor de ulei (32) și refulează pe un circuit prevăzut cu o supapă de siguranță (33), în racordurile (P) ale distribuitorilor hidraulice proporționale (34) și (35), ce comandă vitezele și sensurile opuse de deplasare ale cilindrilor, racordurile (A1) și (B1), respectiv (A2) și (B2) ale distribuitorilor legându-se prin furtune hidraulice cu racordurile corespunzătoare ale cilindrilor, iar racordul de drenaj al pompei, racordul de ieșire al supapei și racordurile (T) ale distribuitorilor legându-se la rezervor.

3. Simulator pentru evaluarea experimentală a componentei active dintr-un compensator hibrid de valuri, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, pentru funcționare, standul mai conține un modul de alimentare electrică și de comandă, format dintr-un tablou electric (36), care are un circuit trifazic pentru alimentarea motorului electric (31) de antrenare a pompei reglabile și un circuit monofazic de comandă, pentru alimentarea unui calculator de proces (37), care primește informații de la traductoarele de cursă (13) și (11), prin două cabluri electrice și emite comenzi, prin aceleași cabluri, către electromagneții (e_4), (e_3) și (e_2), (e_1) ai distribuitorilor (35), respectiv (34), astfel încât, prin intermediul calculatorului de proces, servocilindrul format din cilindru hidraulic (12), comandat de distribuitorul proporțional (35) și traductorul de cursă (13) să genereze o simulare predefinită a valurilor, iar servocilindrul format din cilindru hidraulic (10), comandat de distribuitorul proporțional (34) și traductorul de cursă (11) să simuleze dinamica componentei active a compensatorului hibrid de valuri.



4

Desene

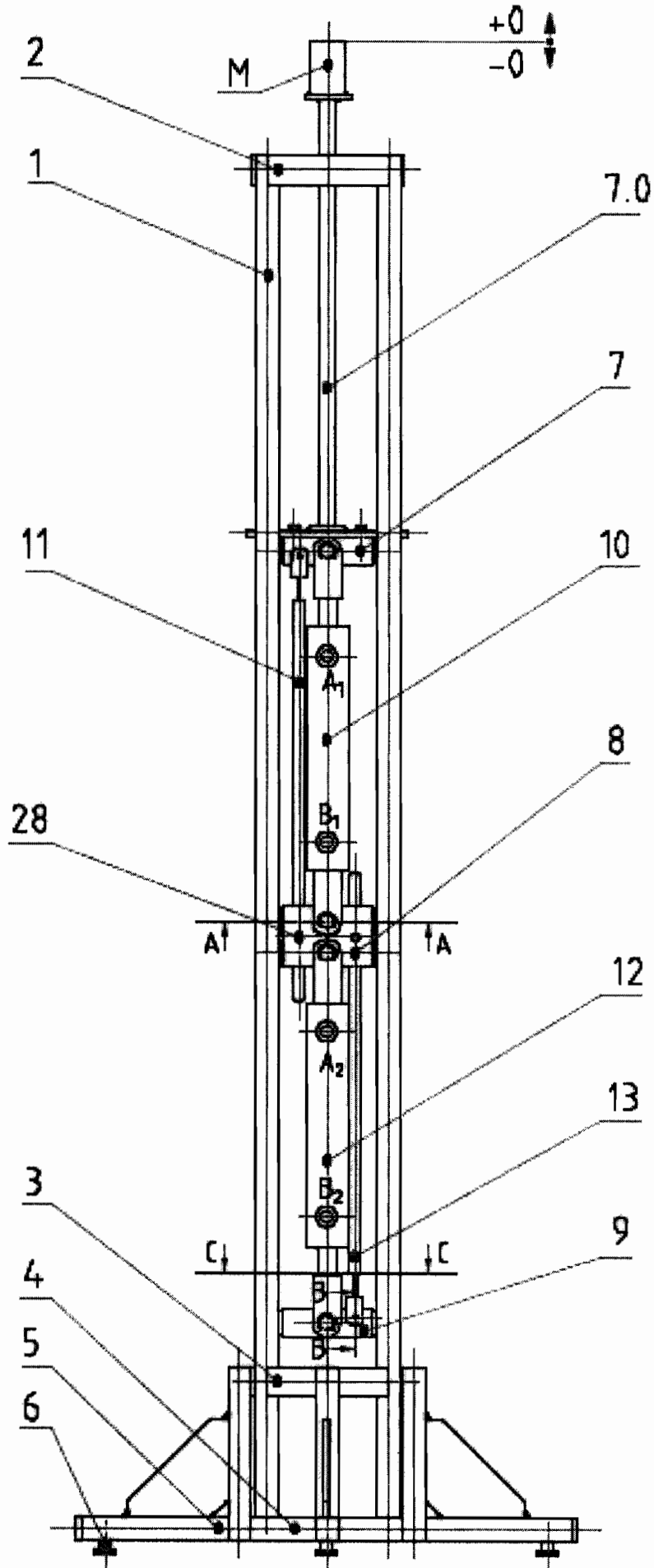


Fig.1



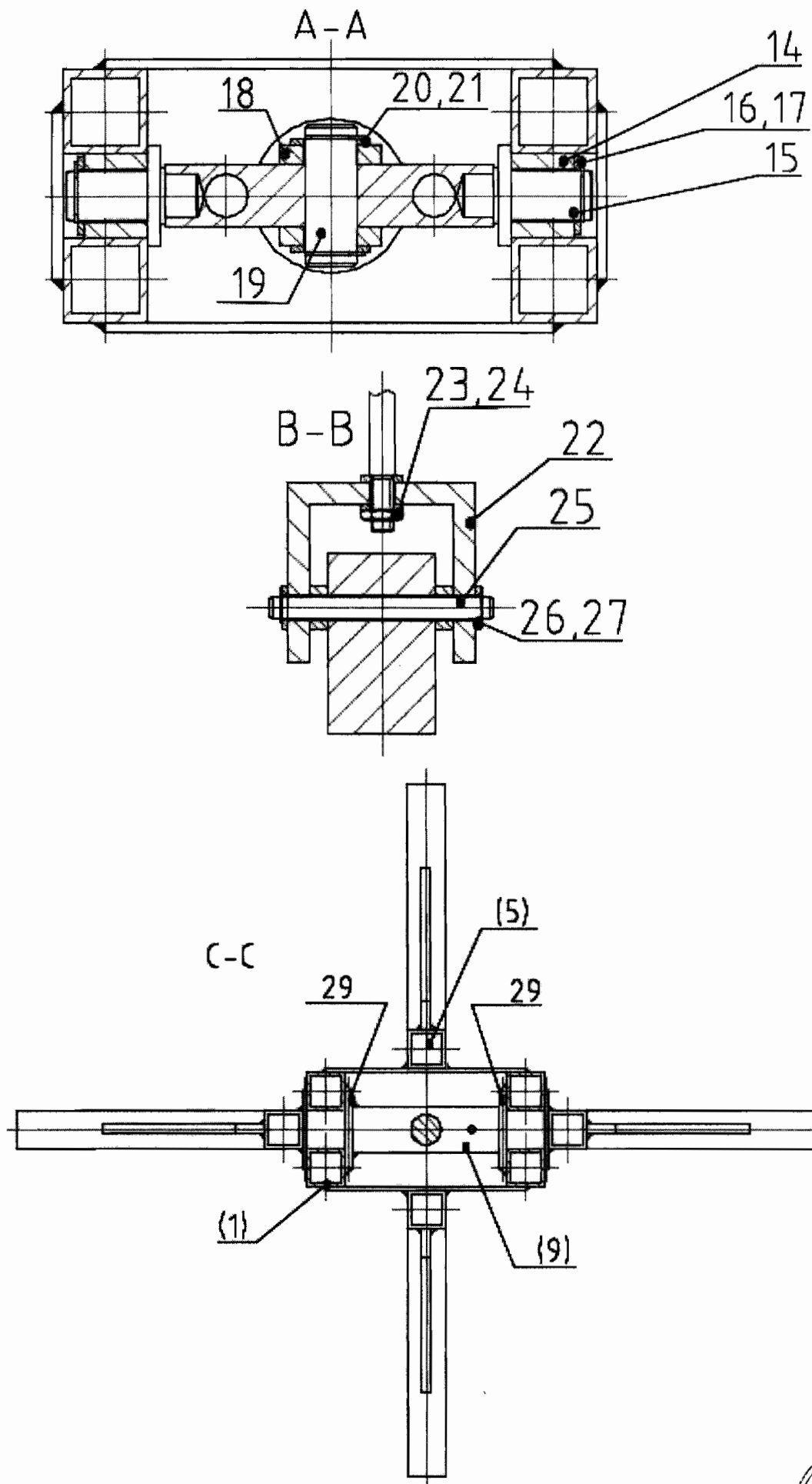
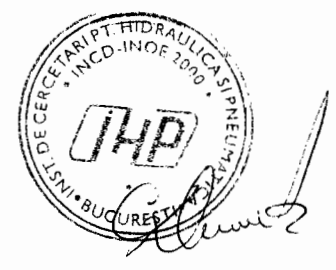


Fig.2



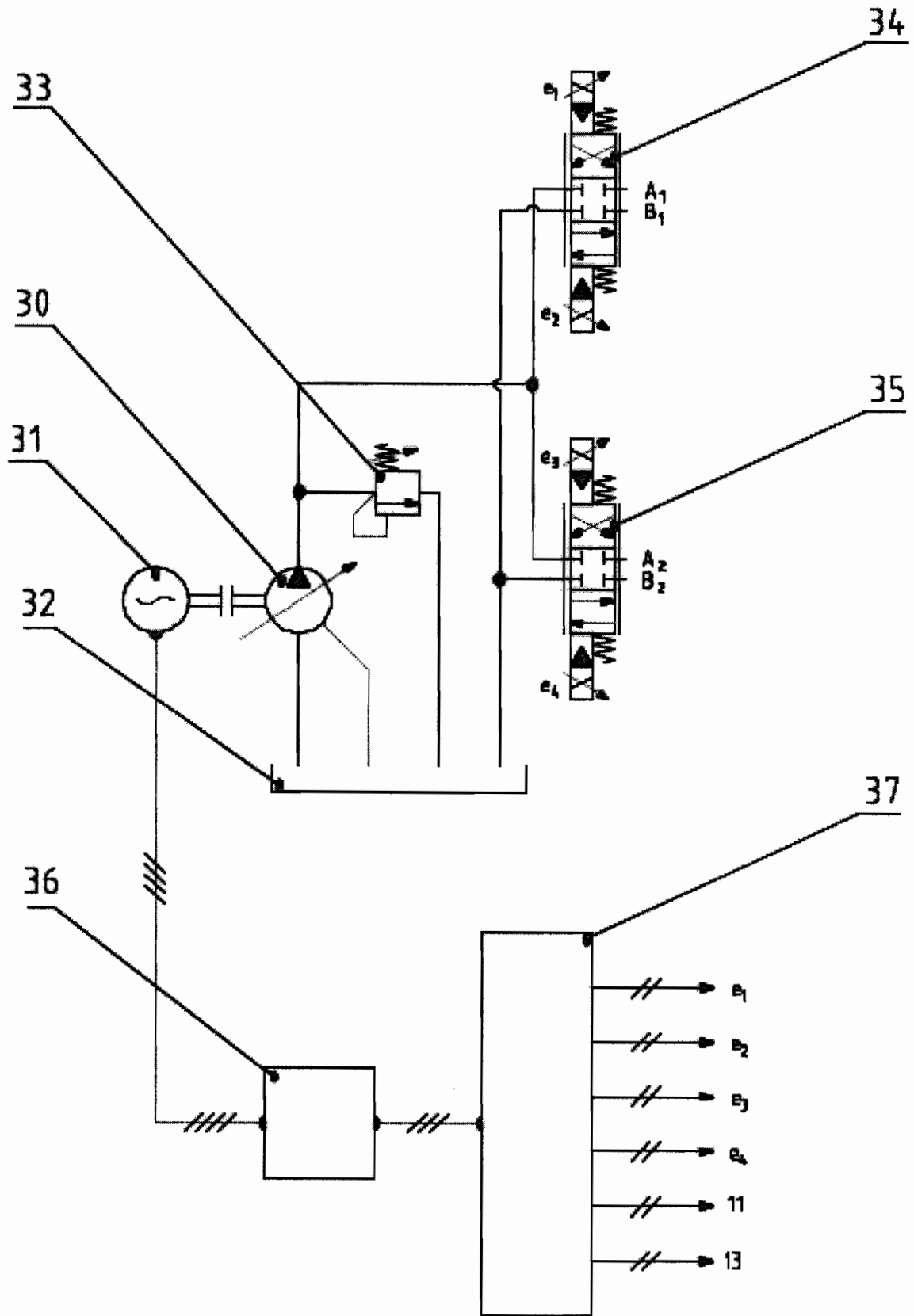


Fig.3

