

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00229

(22) Data de depozit: 30/10/2020

(30) Prioritate:
05/11/2019 US 62/931071

(41) Data publicării cererii:
29/11/2022 BOPI nr. 11/2022

(86) Cerere internațională PCT:
Nr. US 2020/058261 30/10/2020

(87) Publicare internațională:
Nr. WO 2021/091792 14/05/2021

(71) Solicitant:
• WEATHERFORD TECHNOLOGY
HOLDINGS, LLC, 2000 ST.JAMES PLACE,
HUSTON, TX77056, US

(72) Inventatori:
• NIMBALKAR MANOJ M, 2000 ST JAMES
PLACE, HUSTON, TEXAS, 77056, US;
• VENKATESH BIMAL, 2000, ST JAMES
PLACE, HUSTON, TEXAS, 77056, US;
• ACKERMAN RYAN S, 2000 ST JAMES
PLACE, HUSTON, TEXAS, 77056, US;
• CALDER DEAN A, 2000 ST JAMES
PLACE, HUSTON, TEXAS, 77056, US

(74) Mandatar:
CABINET M.OPROIU - CONSILIERE ÎN
PROPRIETATE INTELECTUALĂ S.R.L.,
STR.POPA SAVU NR.42, PARTER,
SECTOR 1, CP2-229, BUCUREȘTI

(54) SISTEM ȘI METODĂ PENTRU CONTROLUL UNITĂȚILOR
DE RIDICARE ARTIFICIALĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem și o metodă pentru controlul unităților de ridicare artificială într-o multitudine de locații de puț. Parametrii de funcționare ai fiecărei unități de ridicare artificială sunt obținuți cu echipamente de detectare din locațiile de puț și sunt comunicați în timp real din locațiile de puț la echipamentele de procesare instalate în multitudinea de locații de puț. O funcție de modelare a echipamentelor de procesare analizează o tendință a parametrilor de funcționare ai unităților de ridicare artificială, iar învățarea automată a echipamentelor de procesare preconizează o stare a cel puțin uneia dintre unitățile de ridicare artificială pe baza tendinței analizate. Echipamentele de procesare determină cel puțin o comandă automată pentru starea determinată a acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială și contracarează starea determinată prin implementarea acelei cel puțin o comandă automată la acea cel puțin o unitate de ridicare artificială.

Revendicări: 16
Figuri: 16

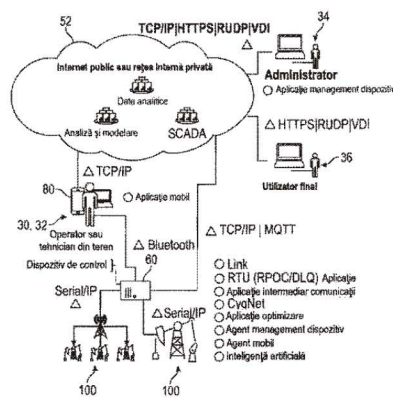


Fig. 8



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. 2022 0229
Data depozit 30.10.2020

REFERINȚE LA CERERI ASOCIATE

[0001] Această cerere revendică beneficiul cererii provizorii US nr. 62/931071 depusă la 05-nov-2019, care este încorporată aici prin referință în întregime.

CONTEXTUL INVENȚIEI

[0002] Multe puțuri de hidrocarburi nu pot produce la niveluri viabile din punct de vedere comercial fără asistență în ridicarea fluidelor din formațiune la suprafața pământului. Din acest motiv, diferite forme de ridicare artificială sunt folosite în locațiile de puț pentru a produce din aceste tipuri de puțuri.

[0003] De exemplu, sistemele de pompă cu mișcare alternativă, cum ar fi unitățile de pompă cu prăjini, extrag fluidele dintr-un puț și folosesc o pompă de la fundul puțului conectată la o sursă de antrenare de la suprafață. O coloană de prăjini conectează forța de antrenare de la suprafață la pompa de la fundul puțului. Când este acționată, sursa de antrenare ridică și coboară ciclic pompa de la fundul puțului și, cu fiecare cursă, pompa de la fundul puțului ridică fluidele din puț spre suprafață.

[0004] Într-un alt exemplu, poate fi utilizată o unitate de injecție de gaz. Într-un alt exemplu, un puț care produce petrol, gaz și apă poate fi asistat în producția de fluide cu o pompă hidraulică cu jet. Acest tip de sistem include de obicei un sistem de fluid de acționare hidraulică la suprafață, un motor primar, o pompă de suprafață și o pompă cu jet la fundul puțului. Un alt tip de ridicare - PCP - are o unitate de pompare la suprafață atașată la o pompă de la fundul puțului printr-un sistem de prăjini care rotește prăjinile pentru a roti pompa de la fundul puțului în vederea aducerii fluidului la suprafață.

[0005] Unitățile de ridicare artificială din locațiile de puț ar trebui să fie monitorizate și controlate corespunzător pentru a îndeplini condițiile date ale puțului. Monitorizarea și controlul necesită o serie de calcule care să țină cont de densitățile și vâscozitățile fluidelor, prezența gazului și alte condiții care au un efect asupra presiunilor pe care unitatea de ridicare artificială le poate întâlni la fundul puțului.

[0006] În mod obișnuit, programele software de calculator sunt utilizate pentru a stabili și configura funcționarea unităților de ridicare artificială în locațiile de puț, pentru a asigura optimizare și pentru a efectua analize. Pentru a configura mai întâi unitățile, un utilizator introduce informații despre implementarea particulară în program, care apoi calculează diferite rezultate. Acest lucru este realizat în mod normal într-un birou.

Rezultatele sunt apoi comunicate operatorilor din teren, care configurează apoi unitatea de ridicare artificială, astfel încât unitatea să poată începe să funcționeze corect. În timp, totuși, eficiența unităților de ridicare artificială scade din cauza condițiilor în schimbare din puț, a modificărilor sistemului, a erorilor de instalare și altora asemenea.

[0007] În cele din urmă, unitățile de ridicare artificială nu mai funcționează eficient, iar producția puțurilor scade. De asemenea, unitățile pot necesita reparații, se pot deteriora, se pot defecta sau altele asemenea. La un moment dat, operatorii din teren trebuie apoi să furnizeze informații actualizate despre unități, funcționarea acestora, producția puțurilor, etc. operatorilor din birou, astfel încât informațiile actualizate să poată fi introduse din nou în programele software de birou și rezultatele configurației actualizate să poată fi calculate pentru retransmitere în teren. După cum era de așteptat, poate exista o întârziere considerabilă în obținerea informațiilor corecte către și din locațiile puțurilor, rularea programelor software și apoi primirea rezultatelor înapoi în locațiile puțurilor pentru a ajusta unitățile. Adesea, există o întrerupere în comunicare. În plus, în unele cazuri, software-ul este utilizat doar în timpul configurării inițiale, iar unitățile de ridicare artificială pot fi optimizate doar rareori, ceea ce poate duce la defecțiuni și pierderi de producție.

[0008] Când eficiența producției scade, operatorii din teren trebuie să ajusteze sau să repare unitățile de ridicare artificială. În unele cazuri, este posibil ca unitățile să fie oprite sau setate pe un mod de întreținere, pentru a permite repararea unităților și a componentelor acestora. Înainte ca producția la capacitate maximă să poată fi reluată, componentele unităților de ridicare artificială pot fi îndepărtate din puț, iar componentele deteriorate pot necesita să fie înlocuite cu alte componente. Acest lucru implică de obicei așteptarea ca respectivele componente de înlocuire să fie expediate, precum și deplasarea în locație a echipamentelor de întreținere, ceea ce poate duce la timpi de nefuncționare semnificativi și pierderi de producție.

[0009] În prezent, sistemul de control existent care monitorizează unitățile de ridicare artificială în locațiile de puț poate fi capabil să dea indicații despre o problemă numai după ce aceasta apare. Chiar și atunci, sistemele de control existente pot fi capabile să comunice problemele din locațiile de puț doar prin sondare standard prin sisteme SCADA. Datele nu pot fi analizate în locație, iar modificările la unitatea de ridicare artificială nu pot fi făcute în locația puțului folosind controlul modelării puțului fără intervenție manuală. În schimb, personalul de întreținere trebuie să inspecteze unitatea

de ridicare artificială odată ce este emisă o alarmă. Așadar, modelarea în locația puțului este executată manual de echipele tehnice pentru a determina ce modificări trebuie făcute.

[0010] Datorită limitărilor sistemelor de control actuale, orice modificări automate ale comenzilor în locația puțului sunt de obicei limitate la actualizări zilnice la cerere. Pentru probleme mai complexe, analiza și intervenția manuală sunt efectuate dintr-o locație centrală. În unele cazuri, datele sunt comunicate la intervale regulate, indiferent de necesitatea cererii. Fără un istoric robust, datele se pot pierde, de asemenea, în timpul erorilor de comunicație sau în timpul interogării ocazionale de către locația centrală.

[0011] Este nevoie de un sistem de control care să ajute la configurarea, operarea și optimizarea unităților de ridicare artificială în timp real. În acest scop, subiectul prezentei invenții este îndreptat spre depășirea, sau cel puțin reducerea efectelor uneia sau mai multora dintre problemele prezentate mai sus.

[0012] Subiectul prezentei invenții este îndreptat spre depășirea, sau cel puțin reducerea efectelor uneia sau mai multora dintre problemele prezentate mai sus.

SUMARUL INVENȚIEI

[0013] Conform prezentei invenții, o metodă este direcționată spre controlul unei multitudini de unități de ridicare artificială dintr-o multitudine de locații de puț. Unitățile de ridicare artificială au controlere instalate, echipamente de detectare instalate și sisteme de comunicație instalate. Metoda cuprinde:

- interfațarea echipamentelor de procesare distribuite cu controlerele instalate și cu sistemele de comunicații instalate în multitudinea de locații de puț;
- conectarea între ele a echipamentelor de procesare distribuite, în una sau mai multe rețele;
- obținerea în timp real, la echipamentele de procesare distribuite, a parametrilor de funcționare ai fiecăreia dintre unitățile de ridicare artificială de la echipamentele de detectare instalate în locațiile de puț;
- analizarea, cu funcții de modelare ale echipamentelor de procesare distribuite, a tendințelor parametrilor de funcționare ai unităților de ridicare artificială;
- preconizarea, cu învățare automată a echipamentelor de procesare distribuite, a stărilor unităților de ridicare artificială pe baza tendințelor analizate;

-determinarea, cu echipamentele de procesare, a comenzilor automate pentru stările determinate ale acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială; și
 -contracarea stărilor determinate prin configurarea instrucțiunilor pentru implementarea comenzilor automate și comunicarea instrucțiunilor configurate de la echipamentele de procesare distribuite către controlerele instalate.

[0014] Conform prezentei invenții, un dispozitiv de control programabil este direcționat către controlarea unei multitudini de unități de ridicare artificială dintr-o multitudine de locații de puț. Unitățile de ridicare artificială au controlere instalate, echipamente de detectare instalate și sisteme de comunicație instalate. Dispozitivul de stocare programabil are instrucțiuni de program stocate pe acesta, pentru a determina echipamentele de procesare distribuite:

- să interfațeze echipamentele de procesare distribuite cu controlerele instalate și sistemele de comunicație instalate în multitudinea de locații de puț;
- să conecteze echipamentele de procesare distribuite împreună în una sau mai multe rețele;
- să obțină în timp real, la echipamentele de procesare distribuite, parametrii de funcționare ai fiecărei unități de ridicare artificială de la echipamentele de detectare instalate în locațiile de puț;
- să analizeze, cu funcțiile de modelare ale echipamentelor de procesare distribuite, tendințele parametrilor de funcționare ai unităților de ridicare artificială;
- să preconizeze, cu învățare automată a echipamentelor de procesare distribuite, stările unităților de ridicare artificială pe baza tendințelor analizate;
- să determine, cu echipamentele de procesare, comenzile automate pentru stările determinate ale acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială;
- să configureze instrucțiuni pentru implementarea comenzilor automate; și
- să comunice instrucțiunile configurate de la echipamentele de procesare distribuite la controlerele instalate, pentru a contracara stările determinate.

[0015] Conform prezentei invenții, un sistem este direcționat spre controlul unei multitudini de unități de ridicare artificială dintr-o multitudine de locații de puț. Unitățile de ridicare artificială au controlere instalate, echipamente de detectare instalate și sisteme de comunicație instalate. Sistemul cuprinde echipamente de comunicație și echipamente de procesare distribuite. Echipamentele de comunicație au interfețe de rețea în comunicație cu una sau mai multe rețele și având interfețe locale în comunicație cu sistemele de comunicații instalate. Echipamentele de procesare

distribuite sunt în comunicație cu echipamentele de comunicație, iar echipamentele de procesare distribuite sunt instalate în multitudinea de locații de puț pentru unitățile de ridicare artificială. Echipamentele de procesare distribuite sunt configurate pentru: - obținerea în timp real a parametrilor de funcționare ai fiecărei unități de ridicare artificială de la echipamentele de detectare instalate în locațiile de puț;

- analizarea, cu funcțiile de modelare ale echipamentelor de procesare distribuite, a tendințelor parametrilor de funcționare ai unităților de ridicare artificială;
- preconizarea, cu învățare automată a echipamentelor de procesare distribuite, a stărilor unităților de ridicare artificială pe baza tendințelor analizate;
- determinarea comenzilor automate pentru stările determinate ale acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială;
- configurarea instrucțiunilor pentru implementarea comenzilor automate; și
- comunicarea instrucțiunilor configurate de la echipamentele de procesare distribuite la controlerele instalate, pentru a contracara stările determinate.

[0016] Subiectul prezentei invenții este îndreptat spre depășirea sau cel puțin reducerea efectelor uneia sau mai multora dintre problemele prezentate mai sus.

SCURTĂ DESCRIERE A DESENELOR

[0017] Fig. 1 ilustrează un sistem de control conform prezentei invenții pentru monitorizarea și controlul mai multor sisteme de ridicare artificială.

[0018] Fig. 2 ilustrează mai detaliat sistemul de control conform prezentei invenții.

[0019] Fig. 3 ilustrează o diagramă a unei aplicații de control a sistemului dezvoltat.

[0020] Fig. 4 ilustrează un dispozitiv de control utilizat în sistemul dezvoltat.

[0021] Fig. 5 ilustrează o configurație a dispozitivului de control conectat cu un controler local compatibil cu sistemul dezvoltat.

[0022] Fig. 6 ilustrează o altă configurație a dispozitivului de control conectat cu un controler local adaptat la sistemul dezvoltat.

[0023] Fig. 7 ilustrează dispozitivul de control într-o configurație pentru a comunica cu sistemul dezvoltat.

[0024] Fig. 8 ilustrează o porțiune a sistemului de control cu unele conexiuni de comunicație.

[0025] Fig. 9 ilustrează un exemplu de sistem de pompă cu prăjini cu mișcare alternativă.

[0026] Fig. 10A ilustrează o vedere în perspectivă a unei unități de pompare având un ansamblu de echilibrare cu contragreutate conform prezentei invenții.

[0027] Fig. 10B ilustrează o diagramă schematică a unui controler și a unui dispozitiv de control pentru unitatea de pompare din Fig. 10A.

[0028] Fig. 11 A ilustrează integrarea unui dispozitiv de control cu un sistem de pompă cu mișcare alternativă având un controler configurat.

[0029] Fig. 11 B ilustrează integrarea unui dispozitiv de control cu un sistem de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă având un controler existent.

[0030] Fig. 12A ilustrează o completare configurată pentru ridicarea artificială folosind un sistem hidraulic de pompă cu jet conform prezentei invenții.

[0031] Fig. 12B ilustrează ansamblul de la fundul puțului având o pompă cu jet la fundul puțului.

[0032] Fig. 12C ilustrează unele dintre echipamentele de suprafață ale sistemului de pompă cu jet în raport cu pompa cu jet de la fundul puțului.

[0033] Fig. 13 ilustrează o schemă a unui controler de pompă cu jet din prezenta dezvoltare.

[0034] Fig. 14 ilustrează un proces de control al unei unități de injecție de gaz conform prezentei dezvoltării.

[0035] Fig. 15 ilustrează un dispozitiv de control într-o configurație pentru a intermedia comunicații pentru sistemul dezvoltat.

DESCRIEREA DETALIATĂ A INVENȚIEI

A. Sistemul de control

[0036] Referindu-ne la Fig. 1, un sistem de control 50 monitorizează și controlează mai multe unități de ridicare artificială 100 în diferite locații pentru a îmbunătăți operațiunile diferitelor unități 100. Așa cum va fi apreciat, unitățile de ridicare artificială 100 instalate în diferite locații de puț pot avea capacități, cerințe de funcționare, programe de întreținere, durate de viață diferite, etc. De fapt, sistemul de control 50 poate monitoriza și controla un număr de tipuri de unități de ridicare artificială 100, incluzând pompă hidraulică cu jet (HJP), ridicare cu gaz (GL), ridicare cu piston (PL), ridicare cu piston asistată cu gaz (GA-PL), pompă cu prăjini cu mișcare alternativă (RRP), pompă hidraulică cu piston (HPP), pompă cu cavitate progresivă (PCP), pompă submersibilă electronică (ESP), etc. Mai mult, unitățile de ridicare artificială 100 pot fi întreținute de diferiți tehnicieni 30 și pot fi operate de diferiți operatori 32.

[0037] Sistemul de control 50 oferă o platformă automată care monitorizează și controlează un număr de „condiții” atipice, non-optime sau dăunătoare, care afectează unitățile 100. Aceste condiții pot include ineficiențe, producție scăzută, deteriorări, alarme, alerte, dezechilibru, supra-pompare, sub-pompare, supra-injecție, sub-injecție, etc., așa cum este discutat mai detaliat aici. Sistemul de control 50 ajută la rezolvarea tuturor diferențelor dintre tipurile de unități 100, tehnicienii 30, operatorii 32, condiții și altele asemenea, prin integrarea detectării, monitorizării și controlului unităților de ridicare artificială 100 în platforma automată a sistemului respectiv. Pentru a face acest lucru, sistemul de control 50 include dispozitive de control 60 integrate peste tot în sistemul 50.

[0038] În general, unele dispozitive de control 60 sunt instalate pe teren în locațiile de puț, în timp ce unele dispozitive de control 60 sunt instalate la distanță în locații centrale de procesare sau printr-o platformă de calcul în cloud. Fiecare dintre dispozitivele de control 60 din teren include în general o intrare de putere, o unitate de procesare, memorie, porturi de comunicație și alte componente electronice într-o carcasă de protecție față de mediu. Pot fi disponibile comunicații prin cablu și fără fir. În acest fel, dispozitivul de control 60 din teren poate fi instalat ca dispozitiv de automatizare de sine stătător sau ca o completare la echipamentele existente.

[0039] Fiecare dintre dispozitivele de control 60 are componente de comunicație 62 pentru comunicarea informațiilor (semnale, măsurători, comenzi, ecrane de interfață cu utilizatorul, grafice, etc.) local către utilizatori și la distanță prin una sau mai multe rețele de comunicație 52, care pot fi prin cablu, fără fir, prin satelit, celulare sau altă formă de rețea. Comunicațiile dispozitivelor de control 60 pot fi între dispozitivele 60 și cu utilizatorii 30, 32, controlerile 70 și 72, unitățile portabile de control 80 și alte componente dezvăluite aici.

[0040] Informațiile comunicate pot fi partajate între elementele sistemului de control 50. De exemplu, informațiile comunicate pot fi comunicate direct la tehnicienii 30 și operatorii 32 sau comunicate la alte dispozitive de control 60 pentru a fi accesate de către tehnicienii 30 și operatorii 32. De exemplu, o unitate de ridicare artificială 100 având un controler instalat 70 poate comunica direct cu tehnicienii 30 și operatorii 32, poate comunica cu dispozitivul de control 60, poate comunica cu un dispozitiv de control 60 al unei alte unități de pompare 100 și/sau poate comunica cu un dispozitiv de control 60 desemnat pentru mai multe unități 100. După cum va fi apreciat, acestea și orice număr de posibile aranjamente de comunicație pot fi utilizate.

[0041] Dispozitivul de control 60 asigură controlul în timp real pentru unitățile de ridicare artificială 100. De exemplu, folosind date în timp real, dispozitivul de control 60 poate controla fiecare cursă sau ciclu de injecție al unității de ridicare artificială 100. Comenzile sunt automatizate cu algoritmi prestabiliți, care pot îmbunătăți producția, pot crește eficiența și pot identifica probleme. Prin monitorizare și control, de exemplu, sistemul de control 50 poate reduce supra- și sub-pomparea în unitățile de ridicare cu prăjini 100 și poate reduce supra- și sub-injecția în unitățile de ridicare cu gaz 100.

[0042] Un tip de unitate de ridicare artificială 100A, așa cum este prezentat în Fig. 1, are un dispozitiv de control 60 și un controler 70 pentru a monitoriza funcționarea unității de ridicare artificială 100A. Unele dintre comenzile operaționale furnizate de controlerul 70 pot include instrucțiuni de funcționare tipice, măsurători și alte detalii legate de funcționarea comună a unității de ridicare artificială 100A. Totuși, conform prezentei invenții, dispozitivul de control 60 include în plus caracteristici care permit ca unitatea de ridicare artificială 100A să fie monitorizată și controlată de sistemul de control 50 pentru astfel de stări încât să poată fi efectuate etape pro-active, automatizate pentru a optimiza unitatea de ridicare artificială 100A, pentru a modifica funcționarea unității pentru a ține seama de stare, cel puțin temporar, pentru a alerta starea către tehnicieni 30 și operatori 32 și pentru a îndeplini alte funcții, așa cum sunt dezvăluite aici. Dispozitivul de control 60 poate folosi echipamentele sale de comunicație 62 pentru a comunica starea monitorizată și poate primi instrucțiuni de la distanță sau local pentru a gestiona starea.

[0043] Senzorii controlerului 70 pot fi instalați permanent pe unitatea de ridicare artificială 100. Datele de la senzori sunt colectate periodic de dispozitivul de control 60 pentru stocare pe termen lung. Dispozitivul de control 60 poate fi utilizat pentru a gestiona automat calculele și pentru a furniza la distanță indicația privind stările monitorizate. Utilizatorii (adică tehnicienii 30 și operatorii 32) pot folosi un dispozitiv mobil din teren sau pot folosi dispozitive de la distanță pentru a se conecta la dispozitivul de control 60. Utilizatorii pot descărca istoricul datelor și pot efectua alte funcții. Dispozitivul de control 60 se poate conecta la rețeaua 52 (adică, cloud) direct pentru accesul utilizatorilor, pentru a încărca istoricul într-o aplicație web, etc. Datele încărcate pot fi utilizate în continuare pentru analiza avansată a datelor.

[0044] Ca un alt exemplu, o unitate de ridicare artificială 100B, așa cum este prezentată în Fig. 1, poate fi o unitate de pompă cu prăjini cu mișcare alternativă având un dispozitiv de control 60 și un controler 70 pentru a monitoriza funcționarea unității

de ridicare artificială 100B. Dispozitivul de control 60 poate face parte din sau poate avea interfață cu controlerul 70 al unității de ridicare artificială 100.

[0045] Într-un alt exemplu, o unitate de ridicare artificială 100C poate avea un controler 70 configurat pentru a monitoriza funcționarea unității 100C. Deși unitatea 100C poate avea un controler configurat pentru funcționare tipică și control automat, așa cum este dezvăluit aici, unitatea 100C poate să nu includă un dispozitiv de control 60 care prezintă caracteristici specifice care să permită ca unitatea 100C să fie monitorizată și controlată pentru astfel de stări încât să poată fi efectuate etape pro-active pentru a optimiza unitatea 100C, pentru a-i modifica funcționarea pentru a ține seama de stare, cel puțin temporar, etc. În schimb, controlerul 70 poate folosi echipamentele sale de comunicație 74 pentru a comunica stările monitorizate și poate primi instrucțiuni de la distanță sau local de la un dispozitiv de control 60 pe rețeaua 52.

[0046] O altă unitate de ridicare artificială 100D poate avea un controler 72 pentru funcționarea sa obișnuită. Totuși, unitatea 100D poate să nu includă un dispozitiv de control 60, iar controlerul 72 poate să nu fie pre-configurat pentru controlul automat. În schimb, un dispozitiv de control 80 poate fi utilizat pe unitatea 100D. Unitatea de control 80 include caracteristici pentru a comunica cu un dispozitiv de control 60 pentru a monitoriza și controla stările astfel încât să poată fi întreprinși pași pro-activi pentru a optimiza unitatea 100C, pentru a-și modifica funcționarea pentru a ține seama de stare, cel puțin temporar, etc. Unitatea de control 80 poate folosi echipamentele sale de comunicație 82 pentru a trimite informații și a primi instrucțiuni de la distanță sau local.

[0047] Pentru o unitate de ridicare cu gaz 100A, așa cum este prezentată aici, dispozitivul de control 60 poate furniza înregistrarea și stocarea datelor de înaltă frecvență și alerte inteligente instantanee prin protocolul MQTT. Dispozitivul de control 60 poate detecta șocul de fluid, poate trimite alerte inteligente și poate controla în mod autonom ratele de injecție de gaz.

[0048] Pentru unitățile de ridicare cu prăjinii 100B, 100D, așa cum sunt prezentate aici în Fig. 1, dispozitivul de control 60 poate detecta diverse condiții, cum ar fi probleme de echilibru, marcarea, cuplul cutiei de viteze, sarcini mari/scăzute, efort mare pe prăjină, frecare excesivă și probleme cu supapa de la fundul puțului. Dispozitivul de control 60 minimizează necesitatea intervenției manuale prin detectarea încălcărilor de sarcină și primirea notificărilor pe orice dispozitiv. Unitatea de ridicare 100 poate fi oprită de către dispozitivul de control 60 pe baza unui eveniment sau alarmă detectată.

[0049] Dispozitivul de control 60 poate asigura înregistrarea și stocarea datelor de înaltă frecvență și poate trimite alerte inteligente instantanee prin protocolul MQTT. Dispozitivul de control 60 poate controla în mod autonom timpul de inactivitate, poate detecta stările dezechilibrate, poate identifica sarcinile min/max și solicitarea prăjirii, poate monitoriza durata de sarcină, poate recunoaște cardul pompei în timp real, poate efectua calculul PIP și poate calcula cardul pompei de la fundul puțului.

[0050] Deși sunt prezentate patru tipuri de unități de ridicare artificială 100A-D, se va aprecia că o unitate de ridicare artificială 100 dată ca parte a sistemului dezvoltat 50 poate avea alte configurații ale componentelor importante dezvoltate aici cu capacități mai mult sau mai puțin autonome și manuale.

[0051] În timpul funcționării, una dintre unitățile de ridicare artificială 100A-D poate dezvolta o anumită stare monitorizată care necesită control automat. Doar ca un exemplu, unele stări monitorizate adecvate pentru controlul automat al unei unități cu prăjini includ dezechilibrul, marcarea, sub-pomparea, supra-pomparea și altele așa cum sunt dezvoltate aici. Unele stări monitorizate adecvate pentru controlul automat al unei unități de ridicare cu gaz includ sub-injecția, supra-injecția și altele așa cum sunt dezvoltate aici.

[0052] În funcție de configurația unității 100A-D, starea monitorizată poate fi comunicată de la distanță pentru manipulare sau poate fi gestionată local. De exemplu, unele dintre unitățile de ridicare artificială 100A-B având dispozitive de control 60 pot determina și gestiona starea pe cont propriu. Starea monitorizată poate fi comunicată și tehnicienilor 30, operatorilor 32, altor dispozitive de control 60, altor unități 100, etc. În unele circumstanțe, alte unități 100C-D pot determina și comunica doar starea monitorizată pentru manipulare de către un dispozitiv de control 60 pe rețeaua 52. Comenzile automate pot fi comunicate înapoi la unitatea 100C pentru implementare de către controlerul 70 configurat corespunzător.

[0053] În orice caz, tehnicienii și operatorii 30 și 32 pot fi informați despre starea monitorizată prin sistemul de control 50. În mod ideal, unitatea de ridicare artificială 100A-D poate fi comandată automat pentru a corecta starea monitorizată. Pe o unitate de pompare cu piston 100B, de exemplu, stările de supra sau sub pompare pot fi corectate printr-o comandă automată a unei unități de antrenare cu viteză variabilă a unității 100B. Dacă unitatea 100B include o unitate cu frecvență variabilă, cum ar fi o Weatherford VFD, pentru a asigura controlul continuu al vitezei, dispozitivul de control

60 poate accesa automat un model de viteză adecvat pentru a asigura operarea de mai sus.

[0054] Dacă comanda automată nu este posibilă pentru o anumită stare, unitatea 100A-D este de preferință întreținută rapid manual pentru a corecta starea. Pe o unitate de pompare cu mișcare alternativă 100B, de exemplu, contragreutățile unității 100B ar putea avea nevoie să fie repositionate pentru echilibrare. De obicei, operatorii 30 pot fi notificați că unitatea 100B este dezechilibrată, dar tehnicienii 32 nu pot întreține unitatea 100B la momentul respectiv, ci până la o perioadă extinsă de timp mai târziu. Comenzile automate pot fi implementate temporar la unitatea 100B ca o corecție de remediere până când unitatea 100B poate fi întreținută manual. De exemplu, dispozitivul de control 60 poate seta automat o viteză de pompare pentru a se asigura că cutia de viteze nu va fi supraîncărcată și că pierderea de producție din cauza stării de dezechilibru poate fi minimizată.

[0055] Sistemul de control 50 permite ca starea unității de ridicare artificială 100A-D să fie tratată atunci când are loc oricare dintre numeroasele situații. Într-o opțiune, sistemul de control 50 optimizează unitatea dată 100A-D prin monitorizarea parametrilor, efectuarea calculelor, determinarea condițiilor dăunătoare și furnizarea de ieșire pentru controlul automat al unității 100A-D. Într-o altă opțiune, sistemul de control 50 permite unității de ridicare artificială dată 100A-D să continue funcționarea cu operațiuni mai puțin optimizate prin monitorizarea parametrilor, efectuarea calculelor și furnizarea de ieșire pentru modificarea condițiilor de funcționare ale unității 100A-C pentru a menține siguranța și a minimiza pierderile de producție până când se pot face reparații sau modificări manuale.

[0056] După cum se poate vedea, sistemul de control 50 combină software-ul analitic cu hardware-ul în locațiile de puț care au unitățile de ridicare artificială 100. Folosind funcții de modelare, sistemul de control 50 poate notifica imediat personalul (operatorii 30, tehnicienii 32, etc.) cu privire la modificările la locația puțului și poate analiza datele pentru a furniza alarme și comenzi automate fără a fi nevoie de intervenție manuală.

[0057] Sistemul de control 50 automatizează activitățile puțului folosind mai degrabă software decât hardware singur. În consecință, sistemul de control 50 reduce costurile de întreținere cu analize predictive. Pe măsură ce locațiile de puț produc, de exemplu, sistemul de control 50 preconizează și detectează problemele din timp, astfel încât operatorii 30 să poată planifica în mod pro-activ întreținerea, să trimită personal, să prelungească durata de viață a echipamentelor și să reducă frecvența defectiunilor.

Având dispozitive de control 60 instalate în locațiile de puț sau disponibile prin intermediul rețelei de comunicații, sistemul de control 50 reduce costurile de întreținere utilizând analize predictive și inteligență artificială pentru a extinde timpul mediu dintre defecțiuni (MTBF) și pentru a reduce timpul de nefuncționare și pentru a minimiza producția amânată.

[0058] Având o vedere de ansamblu asupra sistemului de control 50 dezvoltat, Fig. 2 ilustrează sistemul de control 50 conform prezentei invenții mai în detaliu. După cum s-a descris deja mai sus, sistemul de control 50 are un sistem de calcul desfășurat într-un număr de locații într-un aranjament de rețea. Sistemul de calcul poate fi desfășurat pe noi instalații, în unități terminale la distanță, controlere 70, într-o locație centrală 54, la o instalație, la un puț 56 sau în cloud 52. În particular, sistemul de control 50 include dispozitive de control 60a-d dispuse în întregul aranjament al rețelei. În funcție de nevoile sale de procesare, dispozitivul de control 60a-e poate fi un sistem de server pentru a gestiona monitorizarea și controlul mai multor unități de ridicare artificială 100 sau poate fi un calculator pentru a gestiona monitorizarea și controlul unei anumite unități 100.

[0059] De exemplu, un dispozitiv de control 60a sub forma unui sistem de server sau similar poate fi disponibil într-o platformă de calcul în cloud 52 a unei rețele. La rândul său, platforma cloud 52 poate fi furnizată de o platformă de servicii, cum ar fi Microsoft Azure, Google Cloud Platform (GCP), Amazon Web Services (AWS), HiveMQ și altele asemenea.

[0060] Un dispozitiv de control 60b poate fi disponibil într-o locație centrală 54, cum ar fi o unitate de service. Un dispozitiv de control 60c poate fi disponibil direct la o unitate de ridicare artificială 100b având un controler configurat 70, iar un dispozitiv de control 60d poate fi în comunicare cu unitățile 100a. În plus, un dispozitiv de control 60e poate fi la o platformă cu mai multe puțuri 56 având unități terminale la distanță 76 și controlere 72 pentru unitățile 100. După cum va fi apreciat, astfel de unități terminale la distanță (RTU) sunt dispozitive electronice având microprocesoare care pot interfața cu componentele din locația puțului folosind un protocol de telemetrie, cum ar fi un sistem SCADA (control de supraveghere și achiziție de date) sau altele asemenea. Spre deosebire de sistemele SCADA tradiționale cu stocare limitată a datelor și interogare programată a datelor, totuși, dispozitivele de control 60 ale sistemului 50 dezvoltat stochează date de înaltă frecvență din locația puțului și transmit date în timp

real către sistemul SCADA de suport al operatorului la un centru de date 40 și/sau transmite în timp real către platforma bazată pe cloud 52.

[0061] Dispozitivul de control 60 poate avea diferite configurații hardware, incluzând o primă configurație pentru a fi utilizată împreună cu un controler existent 72 pentru locația puțului și o a doua configurație având un controler configurat 70 și software. În orice caz, sistemul de control 50 se integrează cu controlerele pre-configurate 70 sau se adaptează la controlerele 72 existente la fața locului.

[0062] Spre deosebire de sistemele SCADA tradiționale cu stocare limitată a datelor și extrageri sporadice de date, sistemul de control 50 poate stoca date nelimitate în platforma cloud 52 și le poate livra către operatori 32 în timp real. Sistemul de control 50 învață din acest flux constant de date fără programare pentru a optimiza parametrii unităților de ridicare artificială 100 (de exemplu, pentru optimizarea cursei și umplerea pompei pentru o unitate de ridicare cu prăjinii). Sistemul de control 50 poate trimite doar alerte atunci când este necesar. De preferință, sistemul de control 50 utilizează protocolul MQTT pentru transferul de date cu lățime de bandă mare.

[0063] Comunicațiile în sistemul de control 50 pot fi prin comunicație prin cablu, comunicație fără fir, semnal radio, celulară, satelit, protocol de Internet, etc. Centrele de date client 40 se pot conecta la sistemul de control 50 prin intermediul cloud-ului 52. Un dispozitiv de control dedicat 60c pe o unitate de ridicare artificială 100b poate comunica cu cloud-ul 52 pentru accesul centrelor de date client 40 și locația centrală 54. Dispozitivul de control dedicat 60c poate comunica, de asemenea, cu locația centrală 54 sau unitatea 54 prin comunicație cu fir sau fără fir.

[0064] Dispozitivul de control 60b din locația centrală 54 poate comunica cu cloud-ul 52. Pentru acele unități 100a lipsite de un dispozitiv de control 60, controlerul 72 al unității 100a poate comunica cu dispozitivul de control 60b din locația centrală 54, cu dispozitivul de control 60b în domeniul de comunicare, etc. Platforma cu mai multe puțuri 56 poate avea un dispozitiv de control local 60e care poate comunica cu dispozitivul de control de la distanță 60b al locației centrale 54. Acestea și alte aranjamente ale sistemului de calcul și comunicații prin rețea pot fi utilizate în sistemul de control 50 dezvoltat.

B. Dispozitivul de control și aplicația de control

[0065] Fig. 3 ilustrează o diagramă a unei aplicații de sistem 200 a sistemului dezvoltat. Aplicația de sistem 200 rulează pe hardware-ul de sistem 202, care include unul sau

mai multe dintre un server, un dispozitiv de control, o unitate terminală la distanță, un computer, un laptop, un dispozitiv mobil, un controler și altele asemenea, așa cum sunt dezvăluite aici, în funcție de instalare. După cum va fi apreciat, dar nu neapărat arătat, hardware-ul de sistem 202 include o unitate centrală de procesare, interfețe de intrare-ieșire, interfețe de comunicație, memorie și alte componente necesare.

[0066] Aplicația de sistem 200 include o aplicație în timp real 210 și o aplicație de control 220. Aplicația în timp real 210 este o aplicație existentă potrivită pentru monitorizarea și funcționarea unei unități de ridicare artificială, cum ar fi o unitate de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă (RRL), un sistem de delichefiere (DLQ), o unitate de ridicare cu piston, o unitate de ridicare cu gaz, etc. Aplicația în timp real 210 are o configurație a componentelor, incluzând drivere specifice plăcii, un strat de interfață de intrare-ieșire, aplicații de bază, un sistem de fișiere flash, bază de date și modul de ridicare artificială. Aplicația în timp real 210 este conectată la diferite module de intrare-ieșire (de exemplu, MIM) pentru comunicația cu senzori și altele asemenea.

[0067] Aici, unul dintre modulele de ridicare artificială include un modul de control al pompei cu piston (RPC) având un manager de pompă, unitate de antrenare cu viteză variabilă, producție de fluid, stocare diagrame și alte elemente funcționale. Un alt module de ridicare artificială include un modul de delichefiere (DLQ) având un MWGL, ProControl și alte elemente funcționale. Modulele suplimentare de ridicare artificială le pot include pe cele pentru pompa cu cavitate progresivă (PCP), tehnologia de control al debitului (FCT), calculatorul de țigăi net (NOC), unitatea terminală la distanță (RTU), etc.

[0068] Așa cum este dezvăluit aici, caracteristicile aplicației de control 220 pot fi disponibile pe cloud 52 sau pe dispozitivul de control 60, după caz. Aplicația de control 220 include un modul de control de supraveghere și achiziție de date (SCADA) 230, un modul de modelare-analiză 240, o interfață cloud 250 și un modul de analiză 260. Comunicațiile între procese (IPC) sunt furnizate între aplicațiile 210 și 220.

[0069] Modulul SCADA 230 se poate baza pe platforma CYGNET™ SCADA care colectează și gestionează diverse date. CYGNET este o marcă înregistrată a Weatherford Technology Holdings, LLC.) Modulul SCADA 230 permite aplicației de control 220 să comunice direct cu controlerele 70 ale unităților de ridicare artificială. Modulul SCADA 230 include funcționalitate de interogare, funcționalitate de comunicare (TCP/Serial/...) și funcționalitate de istoric pentru stocarea datelor. Modulul SCADA 230 se conectează prin interfața cloud 250 la serviciile cloud 52.

[0070] Modulul de analiză-modelare 240 include un serviciu de modul, un serviciu de catalog, un serviciu de simbol securizat, o interfață de analiză și modelare a puțurilor și o bază de date. Interfața de analiză și modelare a puțurilor oferă funcții de modelare (de exemplu, algoritmi pentru analiză, reglare și asigurare a fluxului pentru unitatea de ridicare artificială). Modulul de analiză-modelare 240 poate detecta și genera alarme pe baza stărilor monitorizate. Alarmerile pentru ridicarea cu prăjini cu mișcare alternativă pot include alarme legate de cuplul cutiei de viteze, solicitarea prăjinilor, scurgerea prăjinilor, șocul de fluid de producție și probleme cu supapa de la fundul puțului. Alarmerile pentru ridicarea cu gaz pot include injecție în mai multe puncte, injecție superficială, etc.

[0071] Modulul de analiză 260 realizează o serie de funcții analitice, inclusiv preconizarea defecțiunilor puțurilor și echipamentelor, colectarea datelor, modele de antrenare pe cloud (52), punctajul timpului de funcționare pe cloud (52), etc. Modulul de analiză 260 comunică cu modulul de analiză-modelare 240 printr-o interfață de program de aplicație (API) 262 de transfer de stare reprezentativă (REST). Pentru a efectua analiza, datele trec printr-un script de pregătire a datelor Python 264, iar datele curățate sunt stocate într-o zonă de pregătire 266. Utilizând Java Jobs 267, datele pregătite și datele rezultate sunt stocate. Aceste date pregătite sunt introduse în codul timp de funcționare (punctaj) 272 al modelelor de învățare automată 270, iar rezultatele sunt returnate. Un exemplu de platformă pentru modelele de învățare automată 270 include TENSORFLOW™, care oferă o platformă sursă deschisă completă pentru învățarea automată. (TENSORFLOW este o marcă înregistrată a Google LLC.) Alte platforme de învățare automată pot fi automatizate conform prezentei invenții pentru a preconiza stările unităților de ridicare artificială pe baza tendințelor analizate. Orchestrația 280 pentru a construi magistrale de date ale sarcinilor pe loturi este furnizată pentru modulul de analiză 260 de un sistem de gestionare a fluxului de lucru, care poate fi bazat pe motoarele de flux de lucru Luigi sau Airflow.

[0072] Întreținerea poate fi planificată folosind caracteristicile de preconizare ale aplicației de control 220. Analitica locației puțului cu interfață directă de controler folosind SCADA permite aplicației de control 220 să actualizeze punctele de referință și să controleze controlerul unității 70, 72. Prin analiza datelor curente, aplicația de control 220 poate monitoriza și poate furniza o notificare imediată a alarmelor inteligente, schimbărilor de stare și altele asemenea. Modelele bazate pe fizică în funcțiile de modelare pot fi create la nivelul aplicației de control 220 în locație pentru a

îmbunătăți/optimiza controlul autonom. Prin monitorizarea și analizarea datelor curente la controlerul 70, 72 al locației puțului, aplicația de control 220 publică baza de date cu privire la caracteristicile datelor. Notificările pot fi predictive, nu doar reactive.

[0073] Aplicația de sistem 200 de pe dispozitivul de control 60 este echipată pentru a rula modele de inginerie în timp real. Modelele de inginerie din funcțiile de modelare sunt configurate manual pentru a oferi o reprezentare digitală a caracteristicilor puțului, cum ar fi echipamentul, adâncimea, abaterile, caracteristicile rezervorului, etc. Aplicația de sistem 200 colectează datele de senzori în mod automat în timp real și execută modelele de inginerie pentru a produce rezultate desemnate. Aceste rezultate sunt utilizate de aplicația de sistem 200 pentru a determina și a face modificări la parametrii de funcționare ai puțului pentru a realiza optimizarea.

[0074] Pentru unitățile de ridicare cu prăjini 100, aplicația de sistem 200 colectează, analizează și stochează în istoric automat fiecare card de la locație. Aplicația de sistem 200 utilizează analiza Everitt-Jennings modificată și folosește potrivirea și recunoașterea automată a modelelor pentru a detecta anomalii pe cardurile dinamometrului. Aplicația de sistem 200 detectează schimbarea stărilor puțului pe baza rezultatelor analizei, a formei cardului și a datelor despre tendințe, etc. Valorile de referință pot fi modificate pe cardul dinamometrului. Aplicația de sistem 200 poate efectua control autonom, cum ar fi ajustarea automată a timpului de inactivitate pentru a maximiza eficiența puțului. Aplicația de sistem 200 poate efectua analize la fundul puțului pentru controlerul vechi, existente sau instalate 72, poate deduce valori de producție și poate efectua calcule ale presiunii de admisie a pompei (PIP).

[0075] Monitorizarea automată pentru unitatea de ridicare cu prăjinii 100 poate implica înregistrarea datelor de înaltă frecvență și notificarea instantanee de alarmă prin MQTT pentru alarmele controlerului. Elementele care pot fi monitorizate și controlate includ timpul de repaus, sarcinile structurale min/max, durata de încărcare, marcarea jos/sus, sarcina cutiei de viteze, starea de dezechilibru, solicitarea mare a prăjinilor, problema supapei pompei de la fundul puțului, frecare excesivă, umplerea pompei, presiunea de admisie a pompei, cursele de oprire a pompei, deviația capsulei dinamometrice, senzorul de poziție în partea de sus a cursei (TOS), eroarea de producție dedusă și altele. Pentru acele unități de ridicare cu prăjinii care au o viteză variabilă, elementele pentru monitorizare și control pot include, în plus, controlul afluxului de gaz, curse min/max pe minut (SPM), viteza delta și punctul de referință optim de umplere a pompei.

[0076] Pentru unitățile de ridicare cu gaz 100, aplicația de sistem 200 poate monitoriza și controla mai multe puțuri, poate efectua validarea testelor de puțuri și poate regla modele automate pentru a crește precizia modelului. Alertele pot fi generate de aplicația 200 pe baza analizei nodale și a datelor despre tendințe pentru a alerta utilizatorul cu privire la schimbarea condițiilor. Producția dedusă poate fi calculată zilnic folosind un model de puț reglat și condițiile actuale de funcționare. Aplicația de sistem 200 poate identifica oportunitățile de creștere utilizând următoarele instrumente de analiză a puțurilor bazate pe datele de testare a puțurilor sau pe condițiile zilnice de funcționare. Aplicația de sistem 200 poate efectua control autonom, cum ar fi reglarea automată a gazului de injecție pentru a maximiza producția.

[0077] Pentru unitățile de ridicare cu gaz, elementele pentru monitor pot include înregistrarea și disponibilitatea datelor de înaltă frecvență, notificări instantanee de alarmă prin MQTT pentru alarmele controlerului și alerte inteligente pentru a determina când o ridicare cu gaz sau un puț cu curgere naturală are o producție slabă. Controlul autonom al vitezei de injecție a gazului poate fi asigurat pe baza calculelor analizei nodale (cu date privind rata actuală).

C. Conectivitatea dispozitivului de control

[0078] Fig. 4 ilustrează un dispozitiv de control 60 utilizat în sistemul 50 dezvoltat conectat la alte unități terminale la distanță 72 având senzorii 76 și conectat prin cloud 62 la un centru de date 40. Dispozitivul de control 60 include un modul SCADA 63 și un procesor 61. Modulul SCADA 63 comunică cu unitățile terminale la distanță 72 ale unităților de ridicare artificială care au senzorii lor 76 conectați. Procesorul 61 comunică cu centrul de date 40 prin cloud 52.

[0079] La rândul său, centrul de date 40 include un proxy cloud SCADA 42 care comunică cu cloud 52. Un modul SCADA 43 permite utilizatorilor unei aplicații de sistem 44 să comunice cu dispozitivul de control 60. Alți consumatori de date 46 pot primi informații despre dispozitivul de control 60 prin intermediul proxy cloud SCADA 42.

[0080] Fig. 5 ilustrează o configurație a unui dispozitiv de control 60 conectat cu un controler de unitate artificială 70 compatibil cu sistemul dezvoltat. Dispozitivul de control 60 are o aplicație de control 200 având un modul de analitică 260, un modul de analiză-modelare 240 și un modul SCADA 230, care poate rula pe un nucleu Linux sau altă platformă. Fiecare dintre modulele 230, 240 și 260 poate comunica cu serviciul

cloud 52 și pot comunica între ele. Modulul SCADA 230 este utilizat pentru comunicarea cu controlerul local 70, care este compatibil cu dispozitivul de control 60 configurat.

[0081] Fig. 6 ilustrează o altă configurație a unui dispozitiv de control 60 conectat cu un controler local 72 adaptat la sistemul dezvoltat. Ca și înainte, dispozitivul de control 60 are o aplicație de control 220 având un modul de analiză 260, un modul de analiză-modelare 240 și un modul SCADA 230, care poate rula pe un nucleu Linux sau altă platformă. Fiecare dintre modulele 230, 240 și 260 poate comunica cu serviciul cloud 52 și pot comunica între ele. Modulul SCADA 230 este utilizat pentru comunicarea cu un controler local existent 72. Aici, modulul SCADA 230 comunică cu aplicația de control în timp real 210 a unității care rulează pe un nucleu Linux separat. Dispozitivul de control 60 include comunicații cu un modul de intrare/ieșire 73 pentru senzorii locali 74 ai unității de ridicare artificială.

D. Dispozitivul de control

[0082] Având o înțelegere a software-ului unui dispozitiv de control și a unora dintre comunicații, Fig. 7 ilustrează un dispozitiv de control 60 într-o configurație pentru a comunica cu sistemul dezvoltat. Dispozitivul de control 60 include un număr de componente de comunicație incluzând porturi seriale 62a, porturi Ethernet 62b și module fără fir 62d-e. Modulele wireless pot include un modul wireless BLUETOOTH® sau WIFI 62e și un modul intern de comunicație wireless în bandă largă sau celulară. (BLUETOOTH este o marcă înregistrată a BLUETOOTH SIG, INC.)

[0083] Un port serial 62a se poate conecta la un radio serial 73 existent în locația puțului. Un alt port serial 62a se conectează cu unitatea terminală la distanță 72 a unității artificiale din locația puțului.

[0084] Pentru comunicațiile la distanță, un port Ethernet 62b se poate conecta la un radio celular extern sau un modem LTE 62c, care poate comunica prin Internetul public sau o rețea internă privată 52. După cum s-a menționat aici, entitățile tipice care pot accesa rețeaua 52 includ centrul de date, utilizatorii de afaceri, etc. Alternativ, dispozitivul de control 60 poate avea modulul celular intern 62d și antenă pentru a comunica cu rețeaua 52.

[0085] Utilizatorii locali din locația puțului pot folosi un dispozitiv portabil 80 (de exemplu, laptop, telefon inteligent, etc.), care se poate conecta la dispozitivul de control 60 prin conexiunea locală fără fir 82e (la modulul fără fir 62e) sau prin

conexiune cu fir 82b (cu cablu Ethernet diagonal conectat la portul Ethernet 62b). Dispozitivul portabil 80 se poate conecta de asemenea la rețeaua 52 printr-o conexiune celulară 82a.

E. Conectivitatea sistemului

[0086] Fig. 8 ilustrează o porțiune a sistemului de control 50 cu câteva conexiuni de comunicație suplimentare. După cum se arată, caracteristicile sistemului de control 50 dezvăluit operează în cloud 52, care poate fi Internet public sau rețea internă privată. De exemplu, serviciile de analitică, analiză și modelare, serviciile SCADA pot funcționa pe cloud 52. Terminalele de administrator 34, terminalele de utilizator final 36, terminalele 80 pentru operatorii 30 și tehnicienii din teren 32 și dispozitivele de control al locației puțului 60 au diverse aplicații și comunică între ele și cu serviciile de pe cloud 52 folosind un număr de protocoale de comunicație, Protocolul de control al transmisiei/Protocol Internet (TCP/IP), protocol de conectivitate de la mașină la mașină (M2M)/„Internetul lucrurilor” (MQTT), Protocol de transfer hipertext Secure (HTTPS), RUDP, Infrastructură desktop virtuală (VDI), BLUETOOTH, Serial/IP, etc.

[0087] De exemplu, terminalele de administrator de sistem 34 utilizează o aplicație de gestionare a dispozitivului și comunică prin TCP/IP, HTTPS, RUDP sau VDI cu serviciile de pe cloud 52. Terminalele de utilizator final 36 utilizează o aplicație pentru utilizatorul final și comunică prin HTTPS, RUDP sau VDI cu serviciile de pe cloud 52. Operatorii 30 și tehnicienii din teren 32 utilizează terminale portabile 80 cu o aplicație mobilă pentru a comunica prin TCP/IP cu serviciile de pe cloud 52 și pentru a comunica cu dispozitivul de control din locația puțului 60 prin conexiuni cu fir sau fără fir. Dispozitivul de control 60 are o interfață de navigare pentru configurație și informații de la fața locului.

[0088] Dispozitivul de control din locația puțului 60 comunică cu serviciile de pe cloud 52 utilizând TCP/IP sau MQTT. Dispozitivul de control din locația puțului 60 poate comunica cu o conexiune serială/IP cu componentele unei unități de ridicare artificială 100 sau se poate conecta cu o conexiune serială/IP la o conexiune celulară sau radio la unitățile de ridicare artificială 100. De preferință, sistemul de control 50 utilizează publicarea MQTT pentru notificări instantanee, în loc să se bazeze doar pe interogarea SCADA.

[0089] Un număr de aplicații disponibile pentru sistemul 50 includ Link, aplicație RTU, aplicație intermediar de comunicații, SCADA, aplicație de optimizare, aplicație de inteligență artificială, etc.

[0090] Conectivitatea aplicațiilor poate fi realizată în mai multe moduri. Într-un caz de utilizare online, operatorul 30, tehnicianul 32 sau alt utilizator poate fi localizat fizic cu dispozitivul de control 60 având conexiune la Internet, fie printr-un modem celular, fie printr-o rețea radio a clientului. Utilizatorul se poate conecta la dispozitivul de control 60 pentru configurare sau stare folosind comunicații fără fir.

[0091] Într-un caz offline, operatorul 30, tehnicianul 32 sau alt utilizator poate fi localizat fizic cu dispozitivul de control 60, dar nici utilizatorul, nici dispozitivul de control 60 nu pot avea conexiune la Internet. Utilizatorul se poate conecta în continuare la dispozitivul de control 60 utilizând comunicații locale fără fir (de exemplu, Bluetooth).

[0092] Într-un caz de utilizare proxy, operatorul 30, tehnicianul 32 sau alt utilizator poate fi localizat fizic cu dispozitivul de control 60. Cu toate acestea, dispozitivul 60 nu are conexiune la Internet, dar utilizatorul are conexiune la Internet pe telefon sau tabletă și se poate conecta și poate configura dispozitivul 60. Într-un caz de utilizare la distanță, operatorul 30, tehnicianul 32 sau alt utilizator nu este localizat fizic cu dispozitivul de control 60, dar dispozitivul 60 are conexiune la Internet.

F. Unitate de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă

[0093] După cum s-a menționat aici, unitatea de ridicare artificială 100 poate fi o unitate de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă. De exemplu, Fig. 9 prezintă o unitate de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă 100 utilizată pentru a produce fluid dintr-un puț. O pompă de la fundul puțului 14 are un cilindru 16 cu o supapă fixă 24 situată în partea inferioară. Supapa fixă 24 permite fluidului să pătrundă din gaura de foraj, dar nu permite fluidului să iasă. În interiorul cilindrului pompei 16, un piston 20 are o supapă deplasabilă 22 situată în partea de sus. Supapa deplasabilă 22 permite fluidului să se deplaseze de sub pistonul 20 la tubingul de producție 18 de deasupra, dar nu permite fluidului să se întoarcă de la tubingul 18 la cilindrul pompei 16 de sub pistonul 20. O sursă de antrenare (de exemplu, un balansier de pompă sau o unitate de pompare 112) de la suprafață se conectează printr-o coloană de prăjini 12 la pistonul 20 și mișcă pistonul 20 în sus și în jos ciclic în curse ascendente și descendente.

[0094] În timpul cursei ascendente, supapa deplasabilă 22 este închisă și orice fluid de deasupra pistonului 20 din tubingul de producție 18 este ridicat spre suprafață. Între timp, supapa fixă 24 se deschide și permite fluidului să pătrundă în cilindrul pompei 16 din gaura de foraj.

[0095] În partea superioară a cursei, supapa fixă 24 se închide și reține fluidul care a intrat în cilindrul pompei 16. Mai mult, pe tot parcursul cursei ascendente, greutatea fluidului din tubingul de producție 18 este susținută de supapa deplasabilă 22 din pistonul 20 și, prin urmare, de asemenea de coloana de prăjini 12, ceea ce face ca coloana de prăjini 12 să se întindă. În timpul cursei descendente, supapa deplasabilă se deschide, ceea ce are ca rezultat o scădere rapidă a sarcinii pe coloana de prăjini 12. Mișcarea pistonului 20 de la un punct de transfer la partea inferioară a cursei este cunoscută sub denumirea de „cursă de fluid” și este o măsură a cantității de fluid ridicată de pompa 14 la fiecare cursă.

[0096] Deoarece nu există senzori care să măsoare condițiile la nivelul pompei de fundul puțului 14, care poate fi situată la mii de picioare sub pământ, măsurătorile de suprafață ale poziției și sarcinii pentru coloana de prăjini 12 la balansierul pompei 112 sunt utilizate cu metode numerice pentru a calcula poziția pistonul pompei 20 și sarcina care acționează asupra pistonului 20. Aceste măsurători de la suprafață sunt efectuate în mod obișnuit în partea superioară a prăjinii lustruite 15, care este o porțiune a coloanei de prăjini 12 care trece printr-o presetupă 13 la capul puțului. Un controler de pompă 150 este utilizat pentru monitorizarea și controlul sistemului de pompă 10.

[0097] Pentru a controla eficient unitatea de ridicare cu prăjinii cu mișcare alternativă 100 și pentru a evita întreținerea costisitoare, controlerul pompei cu prăjini 150 poate colecta date de sistem și poate ajusta parametrii de funcționare ai unității 100 în consecință. De obicei, controlerul pompei cu prăjini 150 adună date de sistem, cum ar fi sarcina și deplasarea coloanei de prăjini prin măsurarea acestor proprietăți la suprafață.

[0098] Unitățile de pompare curente, cum ar fi balansierul pompei 112, sunt contrabalansate pentru a reduce consumul de energie. Subsistemul de contrabalansare utilizează greutatea 134 atașate în puncte predeterminate de-a lungul brațelor de pârghie 126 pentru a compensa o parte din solicitarea pe prăjinile din puț. Poziția acestor greutatea 134 este calculată în mod normal ca parte a configurației inițiale și se bazează pe numeroși factori incluzând, dar fără a se limita la, caracteristicile fizice (lungime, greutate, etc.) ale coloanei de prăjini 12, sarcina de fluid, dimensiunea unității

de pompare 112, tipul cutiei de viteze 132, tipul motorului 130, etc. Calculele implicate în stabilirea poziției greutăților sunt cunoscute de mulți ani de către cei calificați în domeniul unităților de pompare convenționale.

[0099] Totuși, în timpul operațiunilor normale de pompare, solicitările prăjinilor se pot modifica. Acest lucru duce la o stare cunoscută sub numele de „dezechilibrată” și este de dorit să se corecteze această stare. În caz contrar, consumul de energie crește, iar funcționarea unității de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă 100 nu este optimă, ceea ce poate reduce durata de viață a unora dintre componente.

[00100] Referindu-ne acum la Fig. 10A, unitatea de ridicare cu prăjinii 100, conform prezentei invenții, este prezentată mai în detaliu, incluzând un cadru 102, un balansier 110 dispus pe cadrul 102, un ansamblu de pârghie 120 conectat la balansierul 110, și un acționator 130 conectat la ansamblul de pârghie 120. O prăjină lustruită 118 pentru un sistem cu prăjini cu mișcare alternativă se conectează la un cap 112 al balansierului 110 folosind cablul 114 și un suport de prăjină lustruită 116.

[0100] Cadrul 102 este instalat pe baza unei unități de pompare și poate include unul sau mai mulți stâlpi frontali 104 și unul sau mai mulți stâlpi posteriori 106 uniți împreună formând un cadru A pentru a susține balansierul 110, care este susținut pivotant de un ansamblu de susținere 108.

[0101] Ansamblul pârghie 120 include brațe de balansier 122 cuplate la un capăt 110a al balansierului 110 printr-un ansamblu de lagăr cu coadă sau egalizator 124. Așa cum se arată, unitatea 100 poate avea două brațe de balansier 122 unite printr-o grindă de egalizare 125, care este conectată la balansierul 110 prin ansamblul lagăr 124. Fiecare braț de balansier 122 este conectat pivotabil la un braț de pârghie 126 printr-un ansamblu de știft de pârghie 128, numit și bolț de articulație.

[0102] Acționatorul 130 include în primul rând un motor electric care rotește brațele de pârghie 126. De obicei, o cutie de viteze 132 este conectată la motorul 130 și reduce rotația motorului la un arbore cotit 133 conectat la brațele de pârghie 126. Pentru contrabalansare, așa cum s-a discutat aici, unul sau mai multe blocuri de contragreutăți 134 pot fi atașate la brațele de pârghie 126.

[0103] Pe măsură ce acționatorul 130 rotește ansamblul de pârghii 120, balansierul 110 balansează pe pivotul cadrului 108, astfel încât prăjina lustruită 118 face ca sistemul de prăjini și pompa de la fundul puțului să se deplaseze alternativ. În timpul funcționării, de exemplu, motorul 130 și cutia de viteze 132 rotesc brațele de pârghie 126, ceea ce face ca extremitatea 110a a balansierului 110 să se miște în sus și în jos



prin brațele de balansier 122. Mișcarea în sus și în jos a capătului 110a face ca balansierul 110 să pivoteze în jurul ansamblului lagăr 108, rezultând cursa în jos și în sus a capului de balansier 112.

[0104] În timpul unei curse ascendente, motorul 130 și cutia de viteze 132, ajutate de greutatea de contrabalansare 134, înving greutatea și sarcina de pe capul de balansier 112 și trag coloana de prăjini lustruite 118 în sus din puțul de foraj, care determină mișcarea alternativă a coloanei de prăjini și a pompei de la fundul puțului pentru a ridica fluid. În timpul unei curse descendente, motorul 130 ajutat de greutatea și sarcina de pe capul de balansier 112 rotește brațele de pârghie 126 pentru a ridica greutatea de contrabalansare 134.

[0105] Greutatea de contrabalansare 134 este selectată pe baza greutății și încărcăturii sistemului de prăjini cu mișcare alternativă (adică, forța necesară pentru a ridica prăjina cu mișcare alternativă și fluidul de deasupra pompei de la fundul puțului de foraj). Într-o variantă de realizare, greutatea de contrabalansare 134 poate fi selectată astfel încât una sau mai multe componente ale unității de pompare 100 să aibă o accelerație și/sau viteză substanțial simetrice în timpul curselor ascendente și descendente. Componenta poate fi orice piesă în mișcare a unității de pompare 100, cum ar fi brațul de balansier 122, ansamblul bolț de articulație 128, brațul de pârghie 126, grinda de egalizare 125, balansierul 110, capul de balansier 112, etc.

[0106] Conform prezentei invenții, unitatea de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă 100 include un ansamblu de management 140 pentru echilibrarea/ajustarea unității 100. După cum s-a menționat, ansamblul de management 140 poate fi parte sau încorporat în unitatea 100, poate include componente locale și componente la distanță și poate avea alte configurații așa cum este menționat aici.

[0107] Ansamblul de management 140 include componente reglabile mecanic pe unitatea de pompare 100 pentru a regla poziția contragreutăților 134 pe brațele de pârghie 132 și/sau pentru a schimba locația bolțului de articulație care conectează brațele de balansier 122 la brațele de pârghie 126, ceea ce modifică echilibrul din unitatea 100. Detalii legate de astfel de componente reglabile mecanic pot fi găsite în cererea aflată în examinare US 15/345,288, depusă la 07-NOV-2016 și intitulată „Aparat și metode pentru contrabalansarea unei unități de pompare”, care este încorporată aici prin citare în întregime.

[0108] Așa cum se arată aici, ansamblul de management 140 include în plus o interfață de senzor 150 și un controler 160 pentru monitorizarea și controlul unității de ridicare

cu prăjinii cu mișcare alternativă 100. În ceea ce privește sistemul 50 din Fig. 1-2, controlerul 160 poate fi un controler configurat (70) al unei unități de ridicare artificială 100.

[0109] Interfața de senzor 150 are unul sau mai mulți senzori 152 care sunt atașați la una sau mai multe componente mobile ale unității de ridicare cu prăjinii cu mișcare alternativă 100. Senzorii 152 măsoară unul sau mai mulți parametri legați de un dezechilibru între sarcinile din coloana de prăjini lustruite 118 și greutatea de contrabalansare 134. Acel unu sau mai mulți parametri pot include cel puțin unul dintre viteza și accelerația componente (componentelor) în mișcare și pot include orientarea greutății de contrabalansare 134.

[0110] Chiar dacă un senzor 152 este prezentat în Fig. 10A atașat într-o poziție pe unitatea de ridicare cu prăjinii cu mișcare alternativă 100, se va aprecia că diferite tipuri de senzori, cum ar fi senzori pentru orientare, viteză, accelerație, etc., pot fi atașați în diferite poziții pe unitatea 100. În general, senzorii 152 ai interfeței de senzor 150 pot fi atașați la oricare dintr-un număr de componente de pe unitatea 100, iar senzorii 152 pot fi aranjați pe mai multe componente. De exemplu, senzorii 152 pot fi atașați la brațul de balansier 122 pentru a măsura cel puțin una dintre viteza și accelerația brațului de balansier 122 și pot măsura orientarea greutății de contrabalansare 134. Senzorii 152 pot fi atașați la brațul de balansier 122 lângă ansamblul bolț de articulație 128, astfel încât controlerul 160 să poată măsura viteza și/sau accelerația greutății de contrabalansare 134. Alternativ, senzorii 152 pot fi atașați la balansierul 110 sau capul de balansier 112 pentru a măsura accelerația și/sau viteza balansierului 110 sau capului de balansier 112. Acestea și alte configurații sunt posibile.

[0111] În timpul operațiunilor, interfața de senzor 150 poate trimite măsurători către controlerul 160 prin cablu, fără fir, prin satelit, celular sau altă formă de comunicare. La rândul său, controlerul 160 include programe de calculator pentru analiza măsurătorilor de la interfața de senzor 150 și furnizarea diferitelor forme de ieșire. În particular, controlerul 160 poate determina dezechilibrul greutății de contrabalansare 134 pe baza măsurătorilor de la interfața de senzor 150 și poate oferi soluții de echilibrare, cum ar fi asigurarea reglajului pentru echilibrarea unității de ridicare cu prăjinii 100.

[0112] Cu o înțelegere a unității de pompare 100, discuția se îndreaptă către Fig. 10B, care ilustrează schematic elementele ansamblului de monitorizare 140 conform unui

exemplu de realizare a prezentei invenții. Din nou, ansamblul de monitorizare 140 include interfața de senzor 150 și controlerul 160.

[0113] Sensorii 152 pot include un senzor de orientare 154 pentru măsurarea orientării, cum ar fi orientarea greutateii de contrabalansare (134). Într-o variantă de realizare, senzorul de orientare 154 poate fi un magnetometru, care este util pentru a descrie orientarea elementului de care este atașat în câmpul magnetic al pământului. Mai mult, ar putea furniza informații despre plasarea sau poziția greutateii de contrabalansare (134) în raport cu elementul la care este atașat senzorul 154.

[0114] Sensorii 152 pot include un senzor de viteză 156, care poate fi un girometru, cum ar fi un girometru cu 3 axe, deși senzorul de viteză 156 poate fi orice senzor adecvat pentru măsurarea vitezei. Sensorii 152 pot include un senzor de accelerație 158, care poate fi un accelerometru, cum ar fi un accelerometru cu 3 axe, deși senzorul de accelerație 158 poate fi orice senzor adecvat pentru măsurarea accelerației.

[0115] Chiar dacă atât senzorul de viteză 156, cât și senzorul de accelerație 158 sunt prezentate în Fig. 10B, interfața de senzor 150 poate include doar unul dintre senzorul de viteză 156 și senzorul de accelerație 158 și acesta poate fi, de asemenea, configurat să detecteze doar viteza sau accelerație pe o axă.

[0116] Interfața de senzor 150 poate include în plus o placă de control 151 conectată la senzorii 152. Placa de control 151 poate include porturi de intrare/ieșire pentru a se conecta cu senzorii 152. Placa de control 151 poate stabili o comunicație prin cablu sau fără fir cu controlerul 160.

[0117] Interfața de senzor 150 poate fi montată permanent pe unitatea de ridicare cu prăjinii cu mișcare alternativă 100 sau poate fi un ansamblu portabil care trebuie instalat și îndepărtat după cum este necesar pe o unitate dată. Într-un exemplu de realizare, interfața de senzor 150 poate include o carcasă ermetică care cuprinde senzorii 152 și placa de control 151 în aceasta. Interfața de senzor 150 poate include în plus structuri care să permită atașarea sigură a interfeței de senzor 150 la o componentă mobilă a unității de pompare 100.

[0118] Așa cum interfața senzorului 150 poate fi permanentă sau portabilă, controlerul 160 poate fi de asemenea permanent sau portabil. De exemplu, controlerul 160 poate fi un calculator sau un dispozitiv mobil, cum ar fi un telefon inteligent sau o tabletă. Controlerul 160 poate fi încorporat în sistemul de control general al unității de ridicare cu prăjinii cu mișcare alternativă (100) ca element permanent, sau controlerul 160 poate fi o componentă portabilă sau la distanță care interfațează cu unitatea de ridicare

cu prăjini cu mișcare alternativă (100). Controlerul 160 poate include una sau mai multe interfețe 162, cum ar fi interfața de utilizator, un afișaj, echipamente de comunicație, etc. și poate include programe de calculator sau o aplicație pentru analiza măsurătorilor de la interfața de senzor 150, detectarea unei stări de echilibru, cum ar fi orice dezechilibru, în unitatea de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă (100) și/sau furnizarea unei soluții pentru echilibrarea/ajustarea unității (100).

[0119] Pentru a furniza o soluție de echilibrare/reglare a unității de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă (100), controlerul 160 poate asigura reglaj(e) pentru componentele reglabile mecanic 142 ale ansamblului 140. De exemplu, controlerul 160 poate include un program pentru afișarea unei reprezentări grafice a mișcării unității de pompare (100) și poate indica o ajustare a greutateii de contrabalansare (134) pentru a obține echilibrul. În cele mai multe cazuri, ajustarea greutateii de contrabalansare (134) poate implica deplasarea greutateii pe brațul de pârghie (126) într-o nouă poziție, dar poate implica adăugarea sau îndepărtarea greutateii. În cele mai multe cazuri, aceste reglaje trebuie făcute manual de către tehnicieni. În cazul în care unitatea de pompare (100) are capacitatea, ajustarea greutateii de contrabalansare (134) sau a altor parametri de contrabalansare se poate face automat folosind greutateți mobile sau altele asemenea. Pentru a furniza o soluție de echilibrare/reglare a unității de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă (100), controlerul 160 poate asigura reglaj(e) la motorul 130 al unității de pompare (100). Detaliile acestor soluții sunt dezvăluite, de exemplu, cu referire la Fig. 4-11 în cererea aflată în examinare US 15/643.769, depusă la 07-iulie-2017 și încorporată aici prin citare în întregime.

[0120] După cum s-a menționat mai sus, o unitate de ridicare artificială, cum ar fi unitatea de pompă cu prăjini cu mișcare alternativă 100, poate avea sau nu un controler pre-configurat, ca în cazul controlerului 160. De exemplu, Fig. 11A ilustrează integrarea unui dispozitiv de control 60 cu o unitate de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă 100 având un controler compatibil, pre-configurat 160. Aici, controlerul 160 este un controler optimizat pentru pompă cu prăjini. Un exemplu de astfel de controler include controlerul WELLPILOT® pentru optimizarea pompelor cu prăjini, disponibil de la Weatherford International. (WELLPILOT este o marcă înregistrată a Weatherford Technology Holdings, LLC.) Controlerul 160 se conectează printr-un modul de intrare/ieșire al interfeței de senzor 150 la diverși senzori 152 ai unității 100. Celula dinamometrică și inclinometrul comunică cu controlerul 160. Dispozitivul de control 60 comunică direct cu controlerul 160, care este pre-configurat pentru integrare.

[0121] Fig. 11B ilustrează integrarea unui dispozitiv de control 60 cu o unitate de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă 100 lipsită de un controler compatibil, pre-configurat. În schimb, unitatea 100 include un controler existent 72, care este un controler al pompei cu prăjini. Un exemplu de astfel de controler include WELLPILOT®. Așa cum s-a menționat aici, unitatea 100 include diverși senzori 152, inclinometru, celulă dinamometrică și altele asemenea. Aceștia comunică cu un modul de intrare/ieșire 75 al controlerului unității 72, care comunică cu dispozitivul de control 60. Pentru delichefiere, unitatea 100 include un sistem de delichefiere (DLQ) 90. Un exemplu de astfel de sistem include sistemul de delichefiere WELLPILOT®. Sistemul 90 include senzorii 92 care comunică fără fir cu dispozitivul de control 60. Interfețele (MIM) 94 conectează senzorii 94 la comunicațiile fără fir 96. Modulul de interfață de comunicații cu transmițător multi-variabil (MVT) 98 pentru alte unități (100) poate comunica cu comunicațiile fără fir 96. Deși nu este prezentat, un controler de ridicare cu gaz poate fi atașat la MIM 94 și MVT 98 și apoi la comunicații. În schimb, comunicațiile fără fir 96 ale sistemului DLQ 90 comunică cu dispozitivul de control 60.

[0122] Unitate de pompare cu jet

[0123] În plus față de unitatea de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă dezvăluită mai sus, sistemul de control 50 din prezenta invenție poate fi utilizat cu alte unități de ridicare artificială, cum ar fi unități de ridicare cu gaz, unități de injecție de gaz. etc. De exemplu, Fig. 12A ilustrează un echipament de puț 10 având o altă formă de unitate de ridicare artificială 300 conform prezentei invenții. Echipamentul de puț 10 include coloana de tubaj 12 care se extinde într-un puț până la una sau mai multe zone de producție 17 de la fundul unei formațiuni. După cum va fi apreciat, coloana de tubaj 12 include în mod obișnuit o căptușeală 15 având perforații, site 18, pachere de izolare 19, dispozitive de control al fluxului, manșoane glisante sau altele asemenea la nivelul zonelor de producție 17 pentru intrarea fluidelor din formațiune în spațiul inelar 14 pentru o eventuală producție la suprafață.

[0124] Tubul 20 se extinde de la suprafață în puț și definește o gaură de trecere 22 care comunică cu un ansamblu de la fundul găurii 24. Așa cum se arată schematic aici, ansamblul de la fundul găurii 24 include un pachet 16 care etanșează spațiul inelar 14 din coloana de tubaj 12/căptușeala 15, după caz. Ansamblul de la fundul găurii 24 include, de asemenea, porturi de producție 26 care pun în comunicație gaura de trecere 22 cu spațiul inelar 14.

[0125] Așa cum se cunoaște, un puț obișnuit își poate începe activitatea cu o rată de producție ridicată produsă de fluxul natural de fluide produse din puț. Cu toate acestea, pe măsură ce formațiunea este epuizată, rata de producție scade, astfel încât este necesară o ridicare artificială. Prin urmare, echipamentul de puț 10 este configurat aici cu o unitate de pompă cu jet hidraulic 300 potrivită pentru ridicarea artificială a fluidului de producție din puț. Echipamentele de ridicare pentru unitatea 300 includ o pompă cu jet la fundul puțului 350 instalată în ansamblul de la fundul găurii 24 și include o unitate de fluid de acționare hidraulică la suprafață 360. O unitate de condiționare 370 de la suprafață poate condiționa fluidul primit și poate separa țiteiul de gaz și apă. În cele din urmă, unitatea de ridicare 300 include un controler de pompă cu jet 400, care poate fi utilizat pentru mai multe puțuri sau poate deservi un puț în mod individual.

[0126] Cu o înțelegere generală a echipamentului de puț 10 și a unității de pompă cu jet hidraulic 300, Fig. 12B ilustrează mai în detaliu o porțiune a ansamblului de la fundul găurii 24 al echipamentului de puț având un exemplu de pompă cu jet la fundul puțului 350 în conformitate cu prezenta invenție. Din nou, după cum se arată, echipamentul de puț 10 include coloana de tubaj 12 (sau căptușeala 15) pentru puț. Pacherul de la fundul găurii 16 etanșează spațiul inelar 14 al coloanei de tubaj 12 (sau căptușelii 15) cu tubingul 20 dispus în coloana de tubaj 12. De asemenea, tubingul 20 include gaura de trecere 22 având unul sau mai multe porturi de producție 26 care comunică cu spațiul inelar superior 14a. După cum este obișnuit, ansamblul de la fundul găurii 24 de pe tubingul 20 poate include o multitudine de carcase interconectate, componente, tuburi și altele asemenea conectate împreună, care nu sunt neapărat descrise aici pentru simplitate.

[0127] După cum s-a menționat anterior, echipamentele de producție sunt configurate pentru ridicarea hidraulică folosind pompa cu jet de la fundul puțului 350. Pompa cu jet de la fundul puțului 350 a fost introdusă pe poziție în ansamblul de la fundul găurii 24. De exemplu, ansamblul 24 poate include unul sau mai multe elemente interne (de exemplu, etanșări sau scaune) 28a-b dispuse în raport cu unul sau mai multe porturi 26. Aceste elemente 28a-b pot fi etanșări ale găurii sub formă de găurii lustruite pentru cuplarea etanșărilor pompei cu jet de la fundul puțului 350 introduse în aceasta. În unele implementări, elementele 28a-b pot include inele de etanșare, nipluri, profile de blocare, scaune și altele asemenea pentru cuplarea pompei cu jet de la fundul puțului 350 introdusă detașabil în gaura de trecere 32 a echipamentelor. Ca un exemplu, un

profil, cum ar fi un profil de blocare în X, poate fi prevăzut în gaura de trecere 22 pentru a bloca pompa cu jet 350 dezvăluită în poziție.

[0128] Echipamentele de ridicare pot include, de asemenea, o supapă fixă 357 dispusă la intrarea pompei cu jet de la fundul puțului 350. Supapa fixă 357 poate fi parte a (sau instalată pe) pompa cu jet de la fundul puțului 350 și poate fi introdusă împreună cu aceasta. În mod alternativ, supapa fixă 357 poate fi o componentă independentă care este introdusă separat.

[0129] Pompa cu jet de la fundul puțului 350 include o duză 352 și o intrare 354, un gât 355, un difuzor 356 și o ieșire 358. După cum s-a menționat aici, componentele pompei cu jet de la fundul puțului 350 sunt configurate, de preferință, pentru a se potrivi cerințelor de producție și condițiilor de la fundul puțului. De exemplu, pot fi utilizate diferite configurații și materiale pentru duza 352, gâtul 355 și difuzorul 356.

[0130] În timpul unei operațiuni de ridicare hidraulică, unitatea de fluid de acționare hidraulică (360), incluzând elementul de stocare a fluidului de acționare hidraulică, pompa de suprafață, motorul de antrenare, elementele de control al debitului și altele asemenea, presurizează un fluid de acționare hidraulică PF și injectează fluidul de putere presurizat PF în gaura de trecere 22 a tubingul 20. Fluidul de putere PF parcurge tubingul 20. La pompa cu jet 350, fluidul de putere PF intră în duza de admisie 352. În același timp, producția P izolată la fundul puțului în spațiul inelar inferior 14b poate curge în sus prin gaura de trecere 22, pe lângă supapa fixă 355 și în intrarea 354 a pompei cu jet de la fundul puțului 350. La rândul ei, supapa fixă 355 previne scăparea fluidului de producție P din pompa cu jet hidraulic 350 la fundul puțului în absența unui nivel suficient de fluid.

[0131] Duza 352 reduce presiunea de fluid a fluidului de acționare hidraulică PF folosind efectul Venturi. Aceasta atrage fluidul de producție P în gâtul pompei 355, unde fluidul de putere FP și fluidul de producție P se combină. Fluidul amestecat MF este transferat apoi la difuzorul pompei 356, unde presiunea este crescută la ieșirea 358 a pompei, astfel încât fluidul amestecat MF poate ieși din porturile 26 și poate fi ridicat la suprafață în spațiul inelar 14a.

[0132] În aranjamentul anterior, pompa cu jet 350 funcționează cu fluidul de putere PF livrat de la suprafață în jos prin gaura de trecere 22, astfel încât fluidul amestecat MF să se poată deplasa în sus prin spațiul inelar 14a. Se poate folosi și o operație inversă. În particular, pompa cu jet 350 poate fi instalată în gaura de trecere 22, iar fluidul de putere PF poate fi comunicat de la suprafață în jos prin spațiul inelar 14a, unde poate

intra apoi în pompa cu jet 350 prin portul 26, 358. La fel ca și înainte, producția P care urcă în gaura de trecere 32 de la fundul puțului intră de asemenea în pompa cu jet 350 și cele două fluide se amestecă în aceasta. În cele din urmă, fluidul amestecat MF se deplasează apoi în sus până la suprafață prin gaura de trecere 22 a tubingului.

[0133] Fig. 12B ilustrează mai în detaliu unele dintre componentele unității de pompă cu jet 300. Unitatea de fluid de acționare hidraulică 360 de pe o patină de la suprafață poate deservi un puț individual (așa cum se arată aici) sau poate fi utilizată pentru mai multe puțuri. Unitatea de fluid de acționare hidraulică 360 are un motor de antrenare 368 și o pompă de suprafață 362 și este utilizată pentru injectarea fluidului de acționare hidraulică într-un cap de puț 11 pentru a acționa pompa cu jet de la fundul puțului 350 a ansamblului de la fundul puțului 24 dispusă în gaura 22 a tubingului 20.

[0134] Unitatea de fluid de acționare hidraulică 360 poate presuriza fluidul din rezervor produs pentru a acționa pompa cu jet de la fundul puțului 350. De exemplu, pompa de suprafață 362 poate include o pompă multiplex care variază de la 60 la 625 CP, iar motorul de antrenare 368 poate include un motor electric sau o antrenare cu mai mulți cilindri controlată de o unitate de antrenare cu viteză variabilă 369.

[0135] Unitatea de condiționare 370 de pe patina de la suprafață include un vas 372 pentru a primi fluidul de producție și fluidul de putere evacuat din puț. Unitatea de condiționare 370 curăță și condiționează fluidul primit și poate separa țițeiul de gaz și apă. În cele din urmă, unitatea de ridicare 300 include controlerul pompei cu jet 400, care poate deservi un puț în mod individual (așa cum este prezentat) sau poate fi utilizat pentru mai multe puțuri.

[0136] Fig. 12C ilustrează o schemă a unui controler al pompei cu jet 400 din prezenta invenție. Controlerul 400 include o unitate de procesare 402, memorie 404, software 406, o interfață de acționare 408a, o interfață de senzor 408b și o interfață de intrare/ieșire 408c. Unitatea de procesare 400 și memoria 404 pot utiliza orice echipamente acceptabil adecvat pentru utilizare în teren într-o locație de puț având echipamente de ridicare artificială conform prezentei invenții. De exemplu, unitatea de procesare 402 poate include un procesor adecvat, circuite electronice digitale, hardware de calculator, firmware de calculator, software de calculator și orice combinație a acestora. Memoria 404 poate include orice dispozitiv de stocare adecvat pentru instrucțiuni de program de calculator și date, cum ar fi EPROM, EEPROM, dispozitiv de memorie flash, discuri magnetice, discuri magneto-optice, ASIC-uri (circuite integrate specifice aplicației), etc.

[0137] Software-ul 406 care rulează pe controlerul 400 monitorizează intrările de la un număr de senzori 420, efectuează analize și controlează motorul principal cu unitatea de antrenare cu viteză variabilă 368 utilizată pentru antrenarea unității de pompă cu jet hidraulic (300). Software-ul 406 include algoritmi în funcțiile de modelare pentru calcularea parametrilor pentru unitatea de pompă cu jet hidraulic (300). Acești algoritmi pot fi similari cu cei disponibili din software-ul Jet Pump Evaluation and Modeling Software (JEMS) disponibil de la Weatherford International. Controlerul 400 se conectează în plus cu sau este integrat cu un dispozitiv de control 60 conform prezentei invenții, care atinge scopurile dezvăluite aici.

[0138] Interfața de antrenare 408a se conectează la unitatea de antrenare cu viteză variabilă 369 pentru motorul principal (adică, motorul) utilizat pentru a acționa pompa de suprafață a unității (300). Interfața de antrenare 408a se poate conecta, de asemenea, la un dispozitiv de debit controlabil 367, dacă este necesar, pentru a controla presiunea de refulare în conducta de refulare a unității de suprafață (360).

[0139] Interfața de senzor 408b se conectează printr-o cutie de joncțiune 365 la diferiți senzori 420, cum ar fi traductoare de presiune, senzori de vibrații, contoare de debit, senzori de nivel și traductoare de temperatură. După cum este discutat mai detaliat mai jos, acești senzori 420 sunt configurați și aranjați pe unitatea de pompă cu jet hidraulic (300) în funcție de tipul de pompă de suprafață utilizată.

[0140] Conform unui aspect și așa cum este prezentat în Fig. 12C, unitatea 300 poate include în plus un senzor de cavitație 420', cum ar fi un microfon, un accelerometru, un senzor de vibrații sau un giroscop asociat cu capul puțului 11 și/sau cu pompa cu jet de la fundul puțului 350. Acest senzor de cavitație 420' poate fi configurat pentru a detecta vibrațiile sau alte indicii de cavitație, așa cum este gândit în cererea aflată în examinare US 15/252.412, depusă la 31-AUG-2016 și încorporată aici ca referință.

[0141] Interfața de intrare/ieșire 408c se poate conecta la un afișaj 410, un dispozitiv de intrare 412 și o interfață de comunicație 414. Afișajul 410 de pe controlerul 400 poate fi un ecran tactil pentru dispozitivul de intrare 412. Interfața de comunicație 414 poate permite descărcarea intrărilor/încărcarea ieșirilor prin dispozitive de memorie, comunicații fără fir, etc.

[0142] La controlerul 400, un operator din teren poate introduce manual datele de configurare inițială în controlerul 400 prin afișajul 410 și dispozitivul de intrare 412. Alternativ, datele de configurație inițiale pot fi introduse prin interfața de comunicație 414, cum ar fi printr-o descărcare de la un dispozitiv de stocare sau prin comunicație

prin satelit sau fără fir. Aceste date de configurație inițiale includ de obicei informații de configurare și analiză computațională, cum ar fi cele disponibile în programul JEMS de la Weatherford. Mai multe modele au fost construite în domeniu bazate pe analiza teoretică și empirică a pompelor cu jet, iar calculul controlerului 400 se poate baza pe orice model adecvat.

[0143] După configurarea inițială de la intrări, dimensionarea corespunzătoare a duzei și a gâtului și configurarea parametrilor de funcționare pentru unitatea de fluid de acționare hidraulică (360), controlerul 400 folosește intrările și calculele senzorilor în timp real pentru a preconiza ineficiențe (de exemplu, pentru a preconiza presiunea de la fundul găurii și pentru a optimiza randamentul unității de putere de suprafață 360) astfel încât pompa cu jet 350 să continue să funcționeze eficient în timp, chiar dacă condițiile de funcționare ale unității 300 se modifică. Analiza și soluțiile furnizează de obicei informații, cum ar fi presiunile de cap, presiunea la fundul găurii, presiunea de admisie, debitul fluidului de acționare hidraulică, debitul fluidului produs, cai putere hidraulică care trebuie utilizați, etc. Deoarece cunoașterea cavitației este importantă la operarea pompei cu jet 350, controlerul 400 calculează și afișează, de asemenea, limitele de cavitație ale unității (300) pe baza informațiilor în timp real.

[0144] În acest fel, controlerul 400 împreună cu dispozitivul de control 60 dezvăluit poate optimiza durata de funcționare a pompei cu jet 350, împiedicând pompa cu jet 350 să intre în cavitație. Controlerul 400 poate urmări, de asemenea, tendințele în scăderea puțului și poate preconiza când pompa cu jet 350 va intra în cavitație. În general, prin urmare, controlerul 40 poate urmări tendințele și poate preconiza o scădere a puțului în locația de puț a cel puțin unei unități de ridicare artificială, lucru care duce la funcționarea eronată a acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială. Acestea și alte câteva funcții pot fi gestionate de controlerul 400, așa cum este discutat mai jos. Deși nu este discutat în detaliu aici, se va aprecia că controlerul 400 poate fi, de asemenea, configurat să opereze și să controleze condiționarea fluidului de acționare hidraulică de către unitatea de condiționare 370.

[0145] Sistemul de control 50 având un dispozitiv de control 60 monitorizează și controlează unitatea de pompă cu jet hidraulic (300) utilizând tehnicile descrise, de exemplu, cu referire la Fig. 3 la 7 din cererea aflată în examinare US nr. 16/363.592, depusă la 25-MAR-2019, care este încorporată aici prin citare în întregime.

[0146] Pe lângă exemplele dezvăluite mai sus, sistemul de control 50 din prezenta invenție poate fi utilizat cu unități de injecție de gaz. De exemplu, Fig. 14 ilustrează un

proces de control automat (500) al sistemului de control (50) dezvăluit în controlul vitezei de injecție de gaz a unei unități de injecție de gaz cu control automat de la un dispozitiv de control (60) din prezenta invenție.

[0147] În procesul (500), atât timp cât analiza nu este prima dată (502), se pot obține (504) rate de injecție reale și deduse (T-Astăzi), împreună cu adâncimea reală de injecție (T) (506). O decizie (508) determină dacă adâncimea reală de injecție (T) nu este egală cu o adâncime de injecție optimizată (Y-leri). Dacă da, procesul (500) determină că adâncimea reală de injecție nu este egală cu adâncimea optimizată de injecție și declanșează o alertă (509). Urmează o analiză ulterioară (524), după cum este discutat mai jos. Această analiză ulterioară este comparabilă cu analiza inițială furnizată de proces (500), sau atunci când există discrepanțe în rata de injecție.

[0148] Dacă la decizia (508), procesul (500) determină că adâncimea reală de injecție (T) este egală cu adâncimea optimizată de injecție (Y), procesul (500) trece la o decizie privind dacă rata reală de injecție (T) nu este nulă (510). Dacă rata reală de injecție (T) este nulă (nu în cadrul deciziei), atunci se ia o decizie (518) în care rata medie zilnică de injecție de gaz QGI(T) nu este egală cu o rată optimizată de injecție de gaz QGI(Y), care este discutată mai jos.

[0149] Dacă rata reală de injecție (T) nu este nulă (Da în cadrul deciziei), atunci procesul (500) calculează diferența dintre rata reală de injecție (T) și rata dedusă de injecție (T) (512). Dacă diferența este mai mare decât un maxim configurabil de utilizator (514), atunci puțul trebuie reglat și este declanșată o alertă (516). Dacă diferența nu este mai mare decât maximumul configurabil de utilizator, atunci se ia o decizie (518) în care rata medie zilnică de injecție de gaz QGI(T) nu este egală cu o rată optimizată de injecție de gaz QGI(Y). Dacă da, atunci rata optimizată de injecție de gaz nu poate fi setată și este declanșată o alertă (520). Dacă rata medie zilnică de injecție de gaz QGI(T) este egală cu o rată optimizată de injecție de gaz QGI(Y), atunci se ia decizia (522) dacă presiunea medie zilnică a capului de tubing THP(T) este egală cu presiunea medie zilnică a capului de tubing THP(Y). Dacă da, procesul (500) există. Dacă nu, procesul (500) generează o curbă de performanță care generează presiunea medie zilnică a capului tubingului THP (524) și găsește o rată optimă de injecție a gazului QGI (526). De exemplu, procesul (500) poate utiliza o potrivire pătratică pentru a găsi rata de injecție a gazului QGI pentru care producția este maximizată.

[0150] O decizie (528) este luată în procesul (500), în care rata optimă de injecție a gazului QGI este mai mare decât rata maximă admisă de injecție a gazului. Dacă da,

atunci rata de injecție a gazului este setată la rata maximă de injecție a gazului QGI și se declanșează o alertă (530). Rata maximă de injecție a gazului QGI poate fi setată de utilizator în setul de instrumente al aplicației de control din prezenta invenție.

[0151] În caz contrar, dacă rata optimă de injecție a gazului QGI nu este mai mare decât o rată maximă de injecție a gazului admisă, rata de injecție a gazului pentru unitatea de injecție a gazului este setată (532), rata de injecție a gazului optimizată este salvată împreună cu rata și adâncimea de injecție în tabelul cu mediile zilnice stocat pentru unitatea de ridicare cu gaz (534).

[0152] Fig. 15 ilustrează un dispozitiv de control 60 într-o configurație pentru a intermedia comunicațiile pentru sistemul dezvoltat. După cum s-a discutat anterior și a fost arătat din nou, dispozitivul de control 60 are o primă interfață de comunicație 62a cu sistemul de comunicații existent 73. De exemplu, prima interfață de comunicație 62a poate fi un port serial/RS232 conectat la un sistem radio serial 73 instalat sau existent în locația puțului. Dispozitivul de control 60 are, de asemenea, o a doua interfață de comunicație 62a' cu un dispozitiv instalat sau existent 70, 72 în locația puțului. De exemplu, a doua interfață de comunicație 62a' poate fi un port serial/RS232 conectat la un controler local instalat sau existent sau la o unitate terminală la distanță 70, 72 din locația puțului.

[0153] Dispozitivul de control 60 include un intermediar de comunicații 610 care intermediază între sistemul de comunicații existent 73 și un motor de colectare a datelor 600 al dispozitivului de control 60. Motorul de colectare a datelor 600 colectează date și comunicații de la alte surse de date și sisteme de comunicații, cum ar fi celelalte configurații de rețea dezvoltate aici. Motorul de colectare a datelor 600 include acele elemente discutate mai sus, cum ar fi modulul SCADA 230, modulul de interogare 232 și altele asemenea în legătură cu Fig. 3. Aceste alte surse de date și sisteme de comunicații pot fi capabile de rate de date și lățime de bandă mai rapide decât sistemul de comunicații existent/instalat 73. Intermediarul de comunicații 610 intermediază datele de comunicație către controlerul local/unitatea terminală la distanță 70, 72 pentru a se asigura că doar o singură entitate comunică cu controlerul local/unitatea terminală la distanță 70, 72 la un moment de timp dat. Se acordă prioritate canalului de comunicație existent/instalat al sistemului 73 și interfeței 62a.

[0154] Așa cum este dezvoltat aici, unul dintre avantajele dispozitivului de control 60 este capacitatea sa de a moderniza locațiile de puțuri existente, care au hardware moștenit, existent sau instalat, fără a necesita o modificare substanțială a infrastructurii

lor de comunicații actuale. Pentru a realiza acest lucru, intermediarul de comunicații 610 permite dispozitivului de control 60 să acționeze ca un intermediar sau dispozitiv proxy pentru comunicațiile existente. Intermediarul 610 gestionează comunicațiile din mai multe surse prin comutarea internă și prioritizarea cererilor care provin din infrastructura de interogare moștenită. Această schimbare și prioritizare necesită o analiză a datelor care provin de la un solicitant. Cunoscând protocoalele utilizate de sistemul moștenit și sistemul de interogare intern, intermediarul 610 efectuează o analiză a pachetelor la nivel de protocol pentru a direcționa traficul către destinația corectă. Această rutare are loc atunci când un răspuns este primit de la RTU/controlerul existent 70, 72; o solicitare este primită de la canalul de interogare/comunicații seriale existent 73, 62a sau infrastructura internă de interogare a dispozitivului de control 60 solicită date de la RTU/controller 70, 72. După cum va fi apreciat, cererile logice către RTU/controller 70, 72 se pot întinde pe mai multe pachete de date.

[0155] Intermedierea acestui trafic permite infrastructurii de sondare inițiale, care este de obicei mai lentă, să interogheze RTU/Controlerul 70, 72 la aceeași rată, fără întrerupere. În același timp, motorul de colectare a datelor 600 al dispozitivului de control 60 poate interoga RTU/Controlerul 70, 72 la o rată mare în timpul în care infrastructura de interogare moștenită nu comunică cu RTU/Controlerul 70, 72.

[0156] Fig. 16 prezintă un proces de intermediere 650 gestionat de către intermediarul de comunicații 610 al dispozitivului de control 60 din Fig. 15. La începerea procesării repetitive în timpul operațiunilor, intermediarul 610 monitorizează dacă dispozitivul de control 60 comunică cu controlerul local 70, 72 (Decizia 652). Dacă dispozitivul de control 60 comunică cu controlerul local 70 (Da - Decizia 652), atunci intermediarul 610 gestionează datele de intrare/ieșire ale dispozitivului de control 60 (Blocul 654). Pe măsură ce intermediarul 610 gestionează datele, intermediarul 610 monitorizează dacă sistemul de comunicație existent/instalat 73 comunică cu controlerul 70 (Decizia 656). Dacă nu (Nu - Decizia 656), atunci intermediarul 610 poate trimite comunicația dispozitivului de control către controlerul 70 (Blocul 660) și gestionează datele de intrare/ieșire ale dispozitivului de control 60 către controlerul 70 (Blocul 662).

[0157] Pe măsură ce intermediarul 610 monitorizează (Decizia 656), acesta poate determina că sistemul de comunicație existent/instalat 73 comunică cu controlerul 70 (Da - Decizia 656). În acest caz, intermediarul 610 așteaptă ca respectiva comunicație

să fie finalizată (Blocul 658) înainte de a manipula apoi datele de intrare/ieșire ale dispozitivului de control 60 către controlerul 70 (Blocurile 660, 662).

[0158] Pe măsură ce intermediarul 610 monitorizează, acesta poate determina că dispozitivul de control 60 nu comunică cu controlerul local 70, 72 (Nu - Decizia 652). În acest moment, intermediarul 610 gestionează datele de intrare/ieșire ale sistemului de comunicații 73 (Blocul 670). Pe măsură ce intermediarul 610 gestionează datele, intermediarul 610 monitorizează dacă sistemul de comunicație existent/instalat 73 comunică cu controlerul 70 (Decizia 672). Dacă datele sunt pentru o altă entitate (Nu - Decizia 672), atunci intermediarul 610 elimină datele din memoria tampon, permițând altor elemente ale dispozitivului de control 60 să se ocupe de rutarea și procesarea acelor date. Dacă datele sunt adresate controlerului 70 (Da - Decizia 672), atunci intermediarul 610 monitorizează dacă dispozitivul de control este în comunicație cu controlerul 70 (Decizia 674). Dacă nu, atunci intermediarul 60 trimite comunicația către controlerul 70 (Blocul 660) și gestionează datele de intrare/ieșire către controlerul 70 (Blocul 662).

[0159] Dacă dispozitivul de control 60 comunică cu controlerul 70 (Da - Decizia 674), intermediarul 610 așteaptă ca respectiva comunicație să fie finalizată (Blocul 658) înainte de a manipula datele de intrare/ieșire către controlerul 70 (Blocurile 660, 662).

[0160] Descrierea de mai sus a exemplelor preferate de realizare și a altor exemple de realizare nu este destinată să limiteze sau să restricționeze scopul sau aplicabilitatea conceptelor inventive concepute de către solicitanți. Se va aprecia, în beneficiul prezentei invenții, că respectivele caracteristici descrise mai sus în conformitate cu orice exemplu de realizare sau aspect al subiectului dezvăluit pot fi utilizate, fie singure, fie în combinație, cu orice altă caracteristică descrisă, în orice alt exemplu de realizare sau aspect al subiectului dezvăluit.

[0161] În schimbul dezvăluirii conceptelor inventive conținute aici, solicitanții doresc toate drepturile de brevet acordate de revendicările anexate. Prin urmare, se intenționează ca revendicările anexate să includă toate modificările și schimbările în măsura în care acestea se încadrează în întinderea protecției următoarelor revendicări sau a echivalenților acestora.

Revendicări
depose la data înregistrării cererii internaționale

1. Metodă pentru controlul unei multitudini de unități de ridicare artificială la o multitudine de locații de puț, unitățile de ridicare artificială având controlere instalate, echipamente de detectare instalate și sisteme de comunicații instalate, metoda cuprinzând:

interfațarea echipamentelor de procesare distribuite cu controlerele instalate și sistemele de comunicații instalate la multitudinea de locații de puț;

conectarea echipamentelor de procesare distribuite împreună în una sau mai multe rețele;

obținerea în timp real, la echipamentele de procesare distribuite, a parametrilor de funcționare ai fiecăreia dintre unitățile de ridicare artificială de la echipamentele de detectare instalate în locațiile de puț;

analizarea, cu funcții de modelare ale echipamentelor de procesare distribuite, a tendințelor parametrilor de funcționare ai unităților de ridicare artificială;

preconizarea, cu învățare automată a echipamentelor de procesare distribuite, a stărilor unităților de ridicare artificială pe baza tendințelor analizate;

determinarea, cu echipamentele de procesare, a comenzilor automate pentru stările determinate ale acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială; și

contracararea stărilor determinate prin configurarea instrucțiunilor pentru implementarea comenzilor automate și prin comunicarea instrucțiunilor configurate de la echipamentele de procesare distribuite către controlerele instalate.

2. Metoda conform revendicării 1, în care interfațarea echipamentelor de procesare distribuite cuprinde instalarea unei multitudini de dispozitive de control în una sau mai multe rețele, fiecare dintre dispozitivele de control având cel puțin o primă interfață pentru comunicații în rețea cu acea una sau mai multe rețele și având cel puțin o a doua interfață pentru comunicația locală cu cel puțin unul dintre sistemele de comunicații instalate.

3. Metoda conform revendicării 2, unitățile de ridicare artificială incluzând două sau mai multe tipuri de unități de ridicare artificială, fiecare având un anumit tip de controler




instalat, în care interfațarea echipamentelor de procesare distribuite cuprinde: interfațarea unui dispozitiv dat dintre dispozitivele de control cu unul sau mai multe dintre cele două sau mai multe tipuri de unități de ridicare artificială; sau interfațarea unui dispozitiv dat dintre dispozitivele de control cu un tip dat dintre acele două sau mai multe tipuri de unități de ridicare artificială.

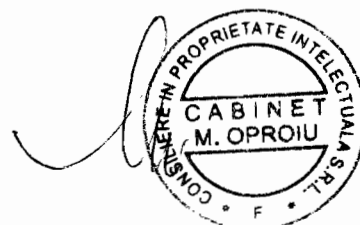
4. Metoda conform revendicării 1, în care obținerea în timp real, la echipamentele de procesare distribuite de la echipamentele de detectare la locațiile de puț, a parametrilor de funcționare ai fiecăreia dintre unitățile de ridicare artificială cuprinde comunicarea parametrilor de funcționare ai fiecăreia dintre unitățile artificiale folosind o combinație de una sau mai multe rețele și sistemele de comunicații instalate.

5. Metoda conform revendicării 1, cuprinzând în plus intermedierea, cu echipamentele de procesare distribuite, a comunicațiilor către și de la controlerele instalate între echipamentele de procesare și sistemele de comunicație instalate.

6. Metoda conform revendicării 5, în care intermedierea comunicațiilor cuprinde acordarea de prioritate unei prime dintre comunicații pentru sistemele de comunicații instalate față de o a doua dintre comunicații pentru acea una sau mai multe rețele.

7. Metoda conform revendicării 1, în care analiza cuprinde urmărirea scăderilor de producție în locațiile de puț ale pompelor cu jet ale unităților de ridicare artificială; în care preconizarea cuprinde preconizarea intrării pompelor cu jet în cavitație; și în care determinarea cuprinde determinarea valorilor de ieșire ale unităților de putere de suprafață ale pompelor cu jet configurate pentru a atenua preconizarea intrării pompelor cu jet în cavitație.

8. Metoda conform revendicării 1, în care analiza cuprinde monitorizarea echilibrului unităților de ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă ale unităților de ridicare artificială; în care preconizarea cuprinde preconizarea stărilor de dezechilibrare pentru unitățile de



ridicare cu prăjini cu mișcare alternativă; și în care determinarea cuprinde determinarea ajustărilor la unitățile de ridicare cu prăjini pentru a contracara stările de dezechilibrare.

9. Metoda conform revendicării 8, în care implementarea acelei cel puțin o comandă automată la acea cel puțin o unitate de ridicare artificială cuprinde una dintre: reglarea automată a unui motor, reglarea automată a contragreutăților mobile și expedierea unui terminal mobil la locația puțului.

10. Metoda conform revendicării 1, în care analiza, cu funcțiile de modelare ale echipamentelor de procesare, a tendinței parametrilor de funcționare ai unităților de ridicare artificială cuprinde una dintre: analiza cu modele bazate pe fizică pe baza informațiilor despre locațiile de puț și unitățile de ridicare artificială, analiza cu modele create local la locațiile de puț și analiza modelelor de inginerie configurate ca o reprezentare digitală a locațiilor de puț și a unităților de ridicare artificială.

11. Metoda conform revendicării 1, în care analiza, cu funcțiile de modelare ale echipamentelor de procesare, a tendinței parametrilor de funcționare ai unităților de ridicare artificială cuprinde construirea magistrelor de date ale sarcinilor pe loturi prin utilizarea unui motor de gestionare a fluxului de lucru.

12. Metoda conform revendicării 1, în care preconizarea, cu învățarea automată a echipamentelor de procesare, a stării acelei cel puțin una dintre unitățile de ridicare artificială pe baza tendinței analizate cuprinde preconizarea stării a cel puțin una dintre: o defecțiune a echipamentelor acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială; o defecțiune a puțului din locația de puț a acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială; preconizarea unei ineficiențe a acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială; și preconizarea unui declin al puțului din locația de puț a acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială care conduce la funcționarea dăunătoare a acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială.

13. Metoda conform revendicării 1, în care determinarea, cu echipamentele de procesare, a acelei cel puțin o comandă automată pentru starea determinată a acelei cel puțin o



unitate de ridicare artificială cuprinde determinarea unei comenzi temporare dintre acea cel puțin o comandă automată configurată pentru a contracara starea determinată ca o corecție reparatorie cel puțin până la efectuarea unei corecții manuale.

14. Metoda conform revendicării 1, cuprinzând suplimentar implementarea comenzilor automate la unitățile de ridicare artificială pe baza instrucțiunilor configurate trimise de la echipamentele de procesare distribuite la controlerele instalate.

15. Pentru o multitudine de unități de ridicare artificială la o multitudine de locații de puț, unitățile de ridicare artificială având controlere instalate, echipamente de detectare instalate și sisteme de comunicație instalate, un dispozitiv de stocare programabil având instrucțiuni de program stocate pe acesta, pentru a determina echipamentele de procesare distribuite să:

interfațeze echipamentele de procesare distribuite cu controlerele instalate și sistemele de comunicații instalate în multitudinea de locații de puț;

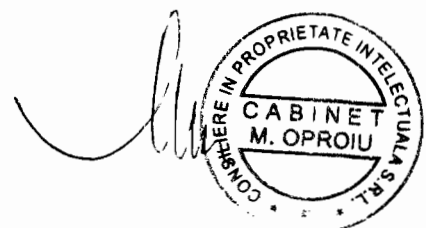
conecteze echipamentele de procesare distribuite împreună în una sau mai multe rețele;

obțină în timp real, la echipamentele de procesare distribuite, parametrii de funcționare ai fiecărei unități de ridicare artificială de la echipamentele de detectare instalate în locațiile de puț;

analizeze, cu funcțiile de modelare ale echipamentelor de procesare distribuite, tendințele parametrilor de funcționare ai unităților de ridicare artificială;

preconizeze, cu învățare automată a echipamentelor de procesare distribuite, stările unităților de ridicare artificială pe baza tendințelor analizate; determine, cu echipamentele de procesare, comenzi automate pentru stările determinate ale acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială;

configureze instrucțiuni pentru implementarea comenzilor automate; și să comunice instrucțiunile configurate de la echipamentele de procesare distribuite la controlerele instalate pentru a contracara stările determinate.



16. Un sistem pentru controlul unei multitudini de unități de ridicare artificială într-o multitudine de locații de puț, unitățile de ridicare artificială având controlere instalate, echipamente de detectare instalate și sisteme de comunicație instalate, sistemul cuprinzând:

echipamente de comunicație având interfețe de rețea în comunicație cu una sau mai multe rețele și având interfețe locale în comunicație cu sistemele de comunicații instalate; și

echipamente de procesare distribuite în comunicație cu echipamentele de comunicație, echipamentele de procesare distribuite fiind instalate în multitudinea de locații de puț pentru unitățile de ridicare artificială, echipamentele de procesare distribuite fiind configurate să:

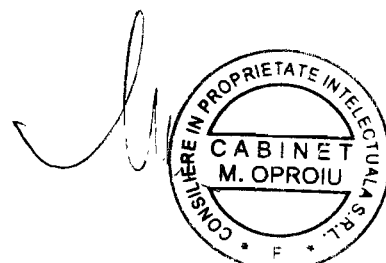
obțină în timp real parametrii de funcționare ai fiecăreia dintre unitățile de ridicare artificială de la echipamentele de detectare instalate în locațiile de puț;

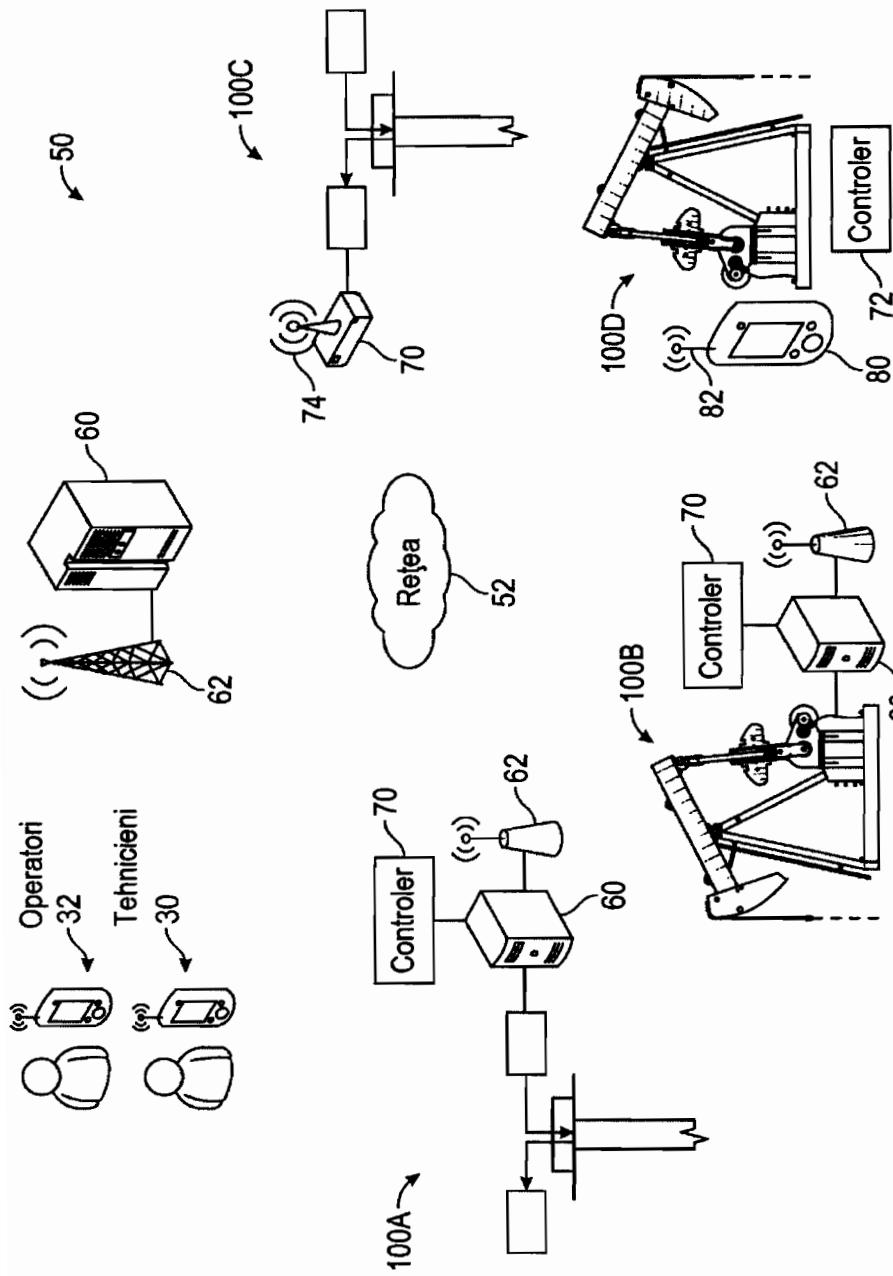
analizeze, cu funcțiile de modelare ale echipamentelor de procesare distribuite, tendințele parametrilor de funcționare ai unităților de ridicare artificială;

preconizeze, cu învățare automată a echipamentelor de procesare distribuite, stările unităților de ridicare artificială pe baza tendințelor analizate;

determinare comenzi automate pentru stările determinate ale acelei cel puțin o unitate de ridicare artificială;

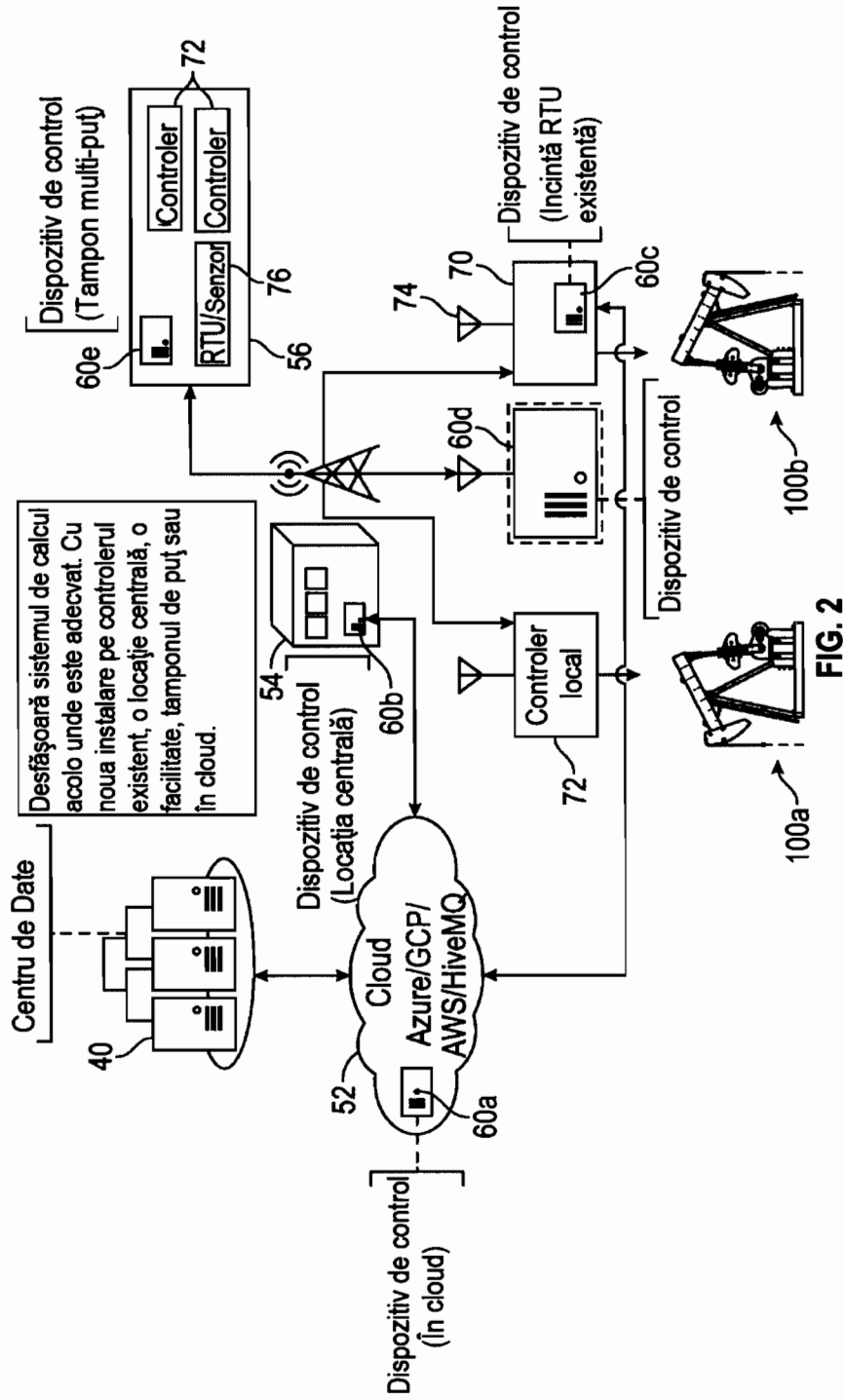
configureze instrucțiuni pentru implementarea comenzilor automate; și să comunice instrucțiunile configurate de la echipamentele de procesare distribuite controlerelor instalate pentru a contracara stările determinate.





27

50 →



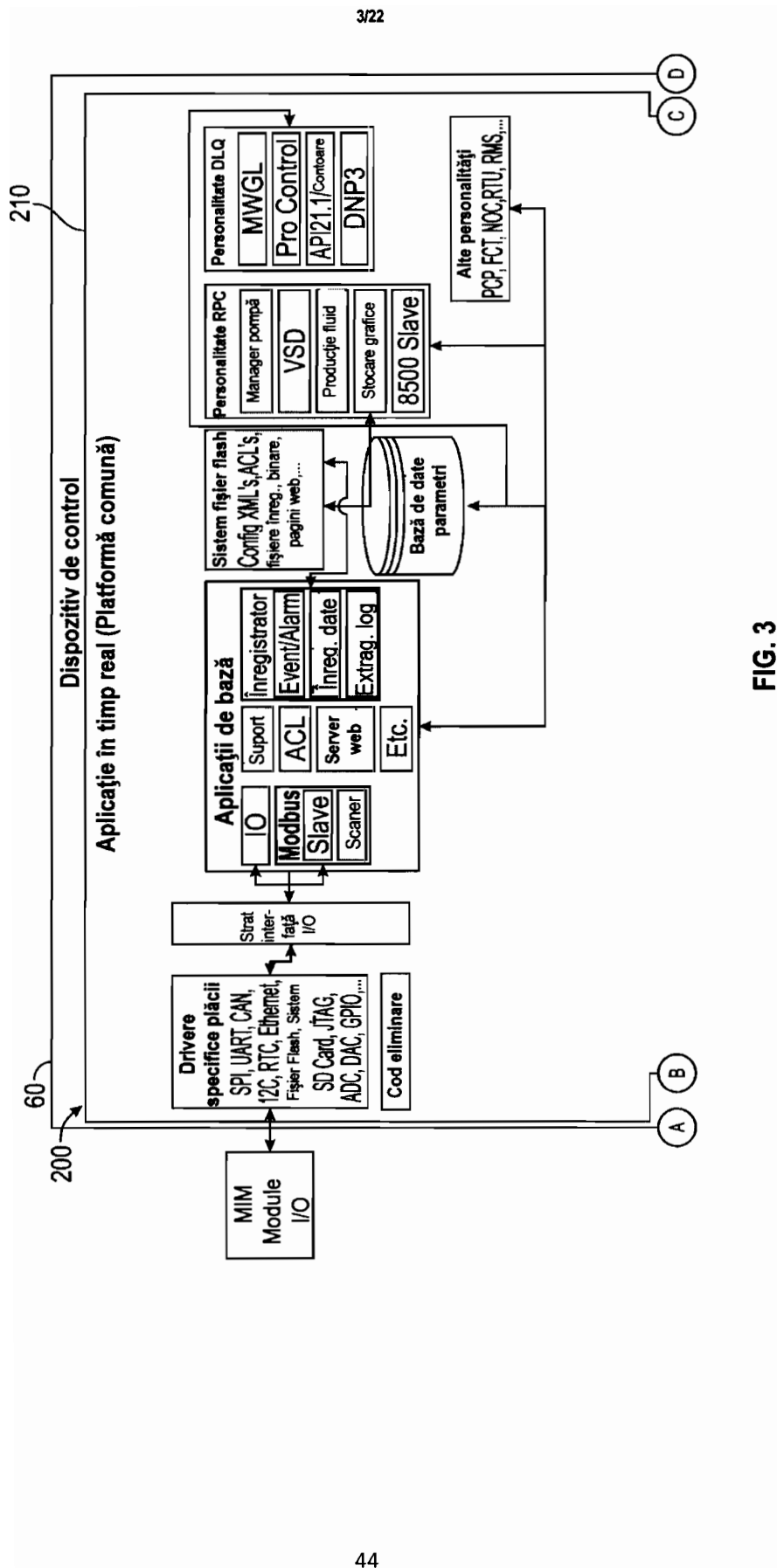
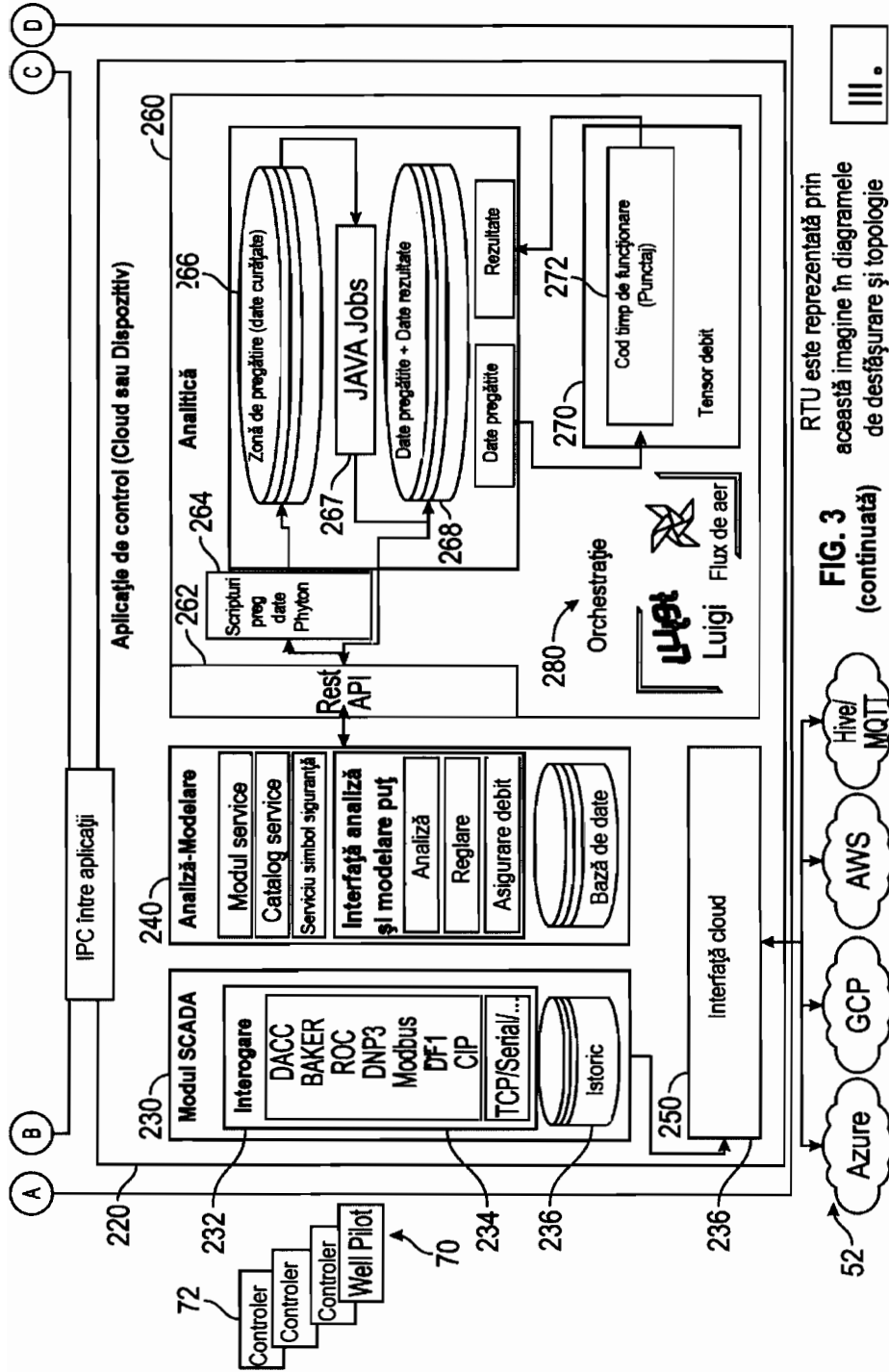


FIG. 3

24

422



RTU este reprezentată prin această imagine în diagramele de desfășurare și topologie

FIG. 3 (continuată)

Azure AWS GCP Hive MQTT

52

III.

5/22

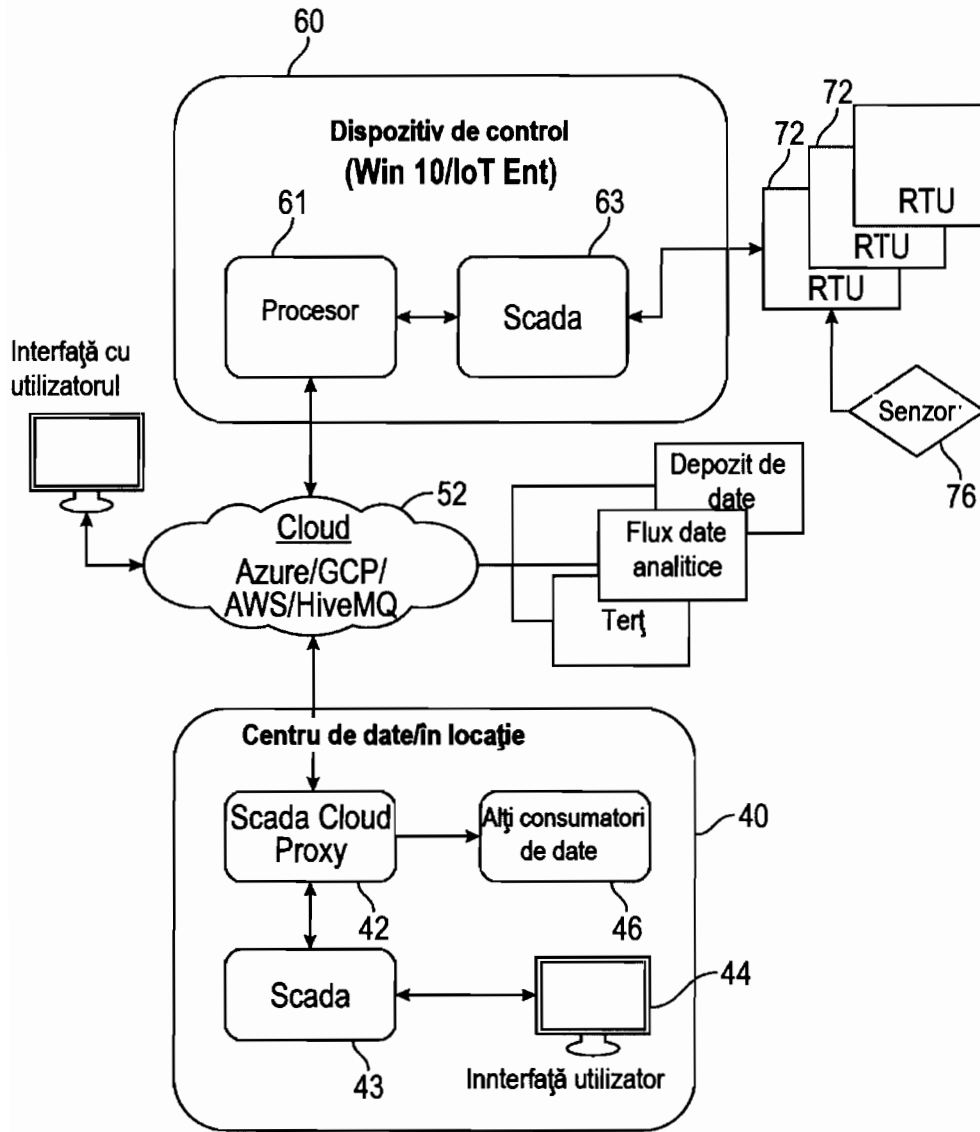


FIG. 4

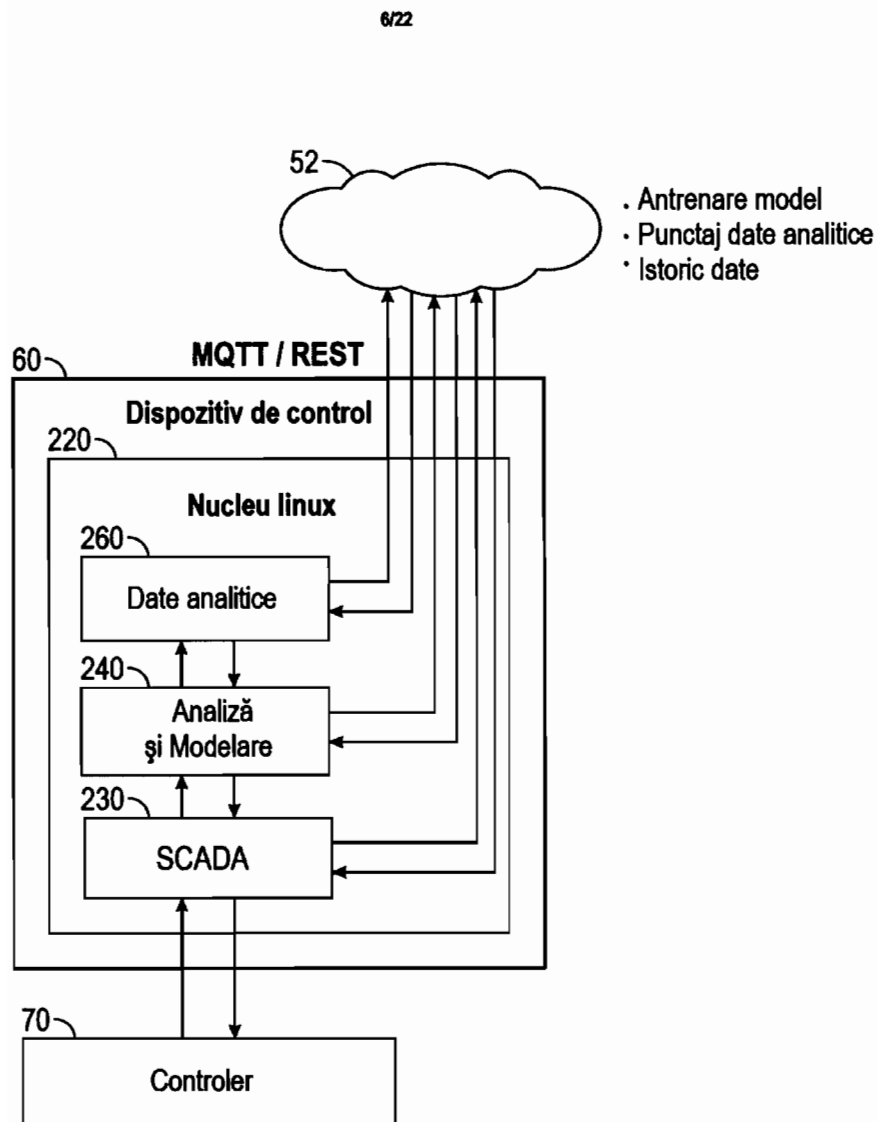


FIG. 5

7/22

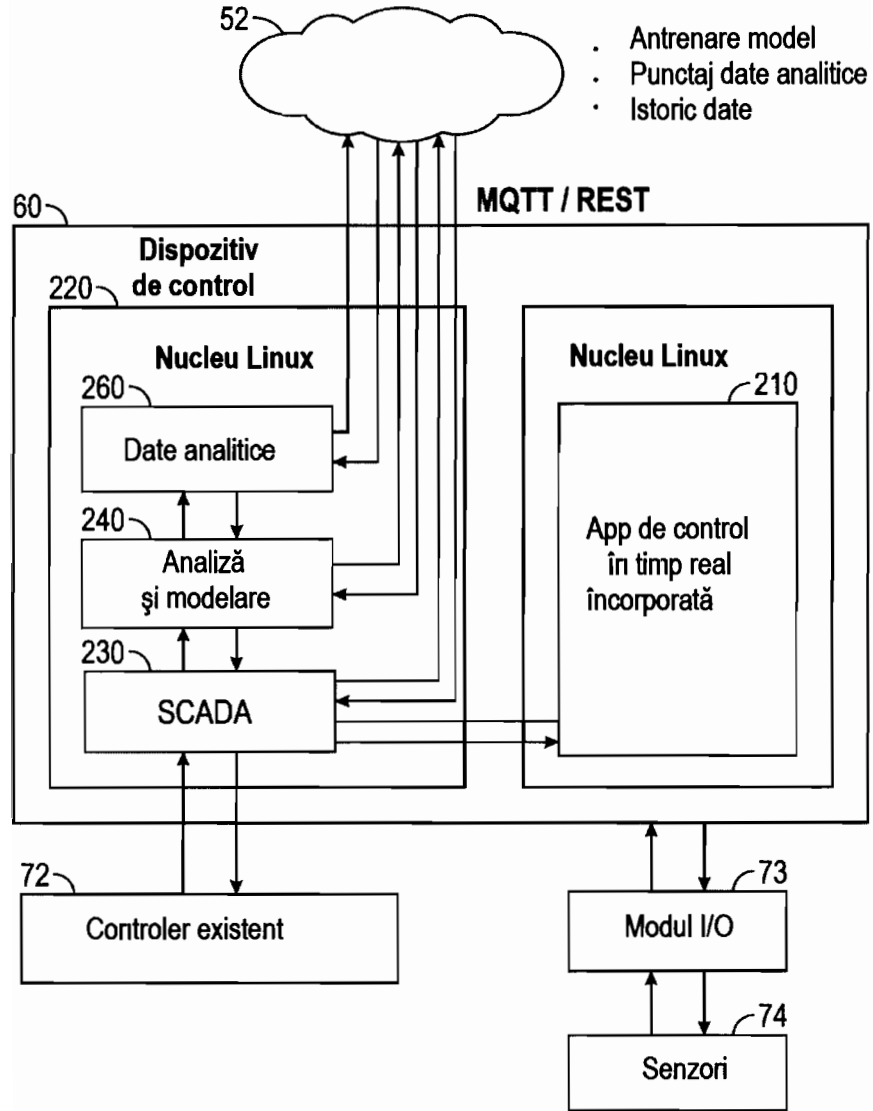


FIG. 6

72

8/22

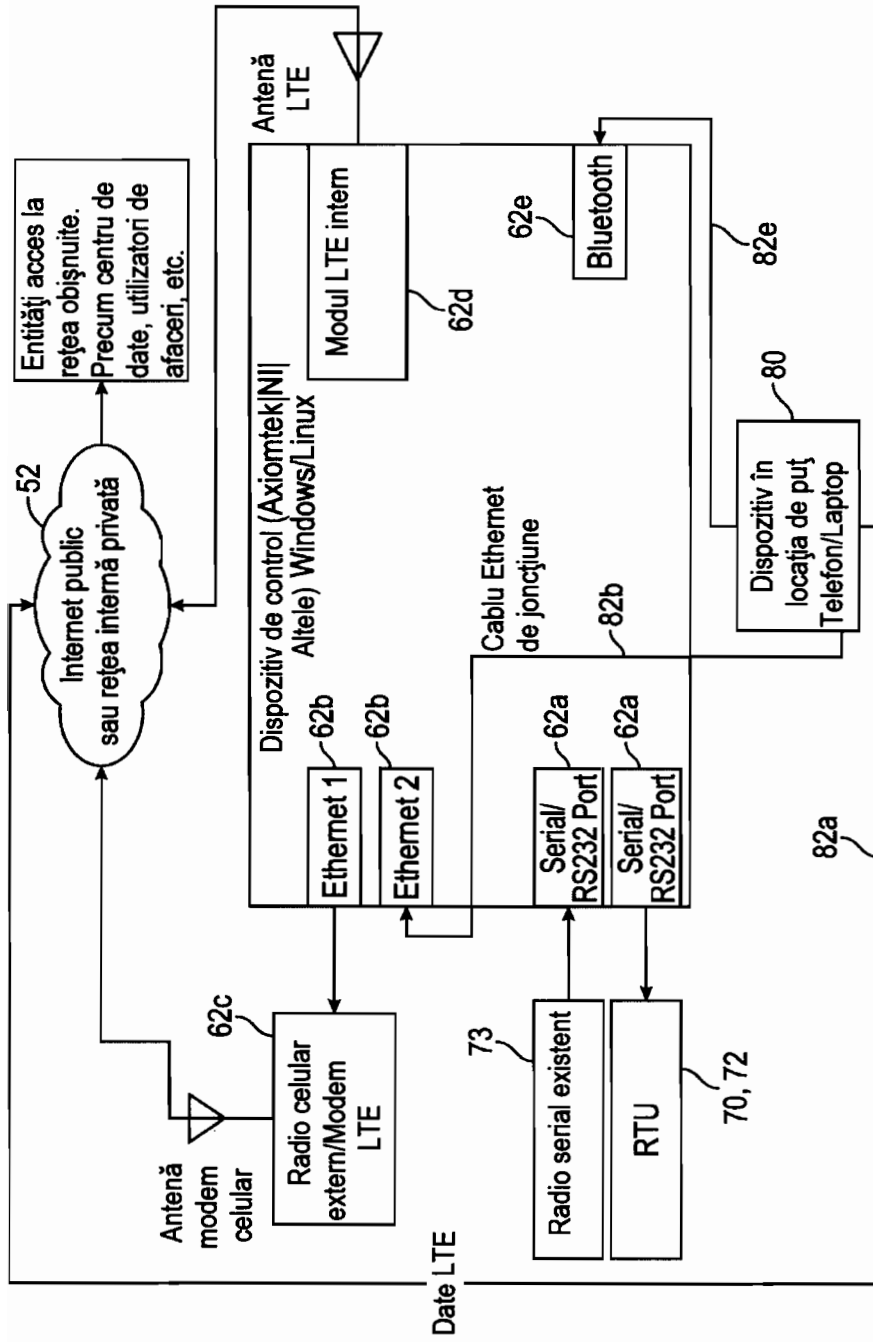


FIG. 7

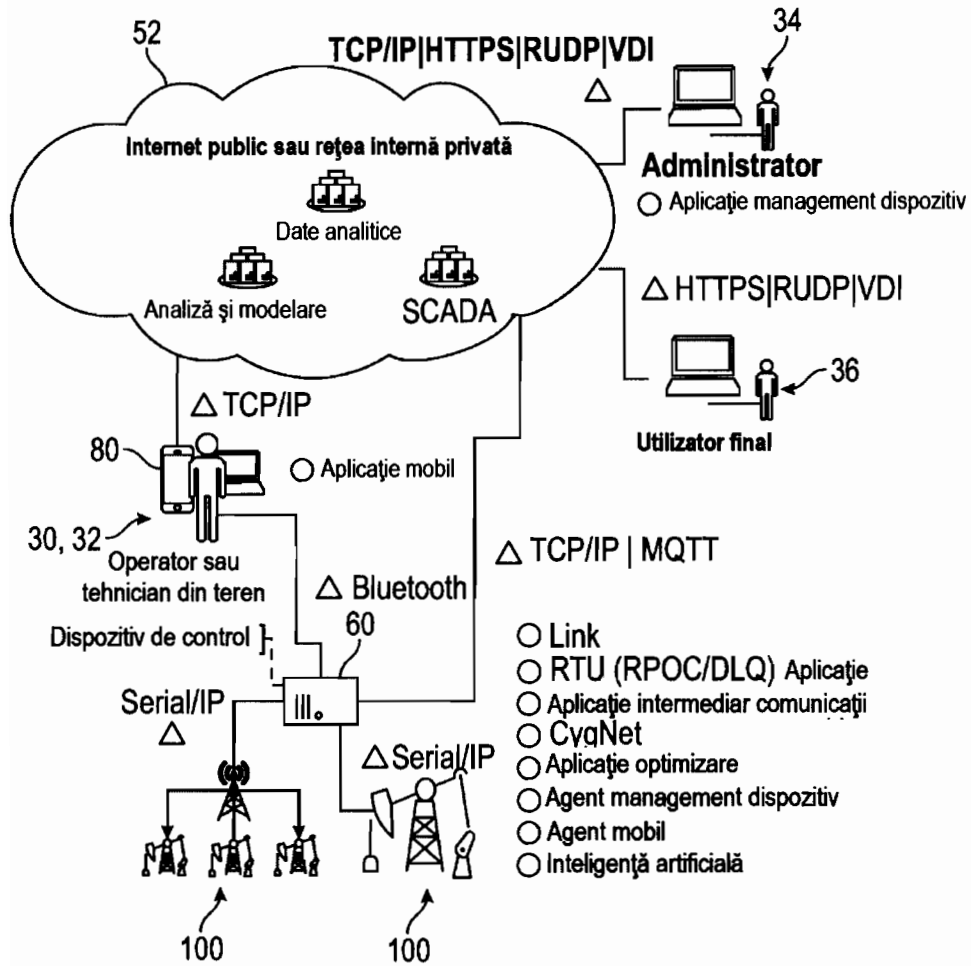


FIG. 8

21

10/22

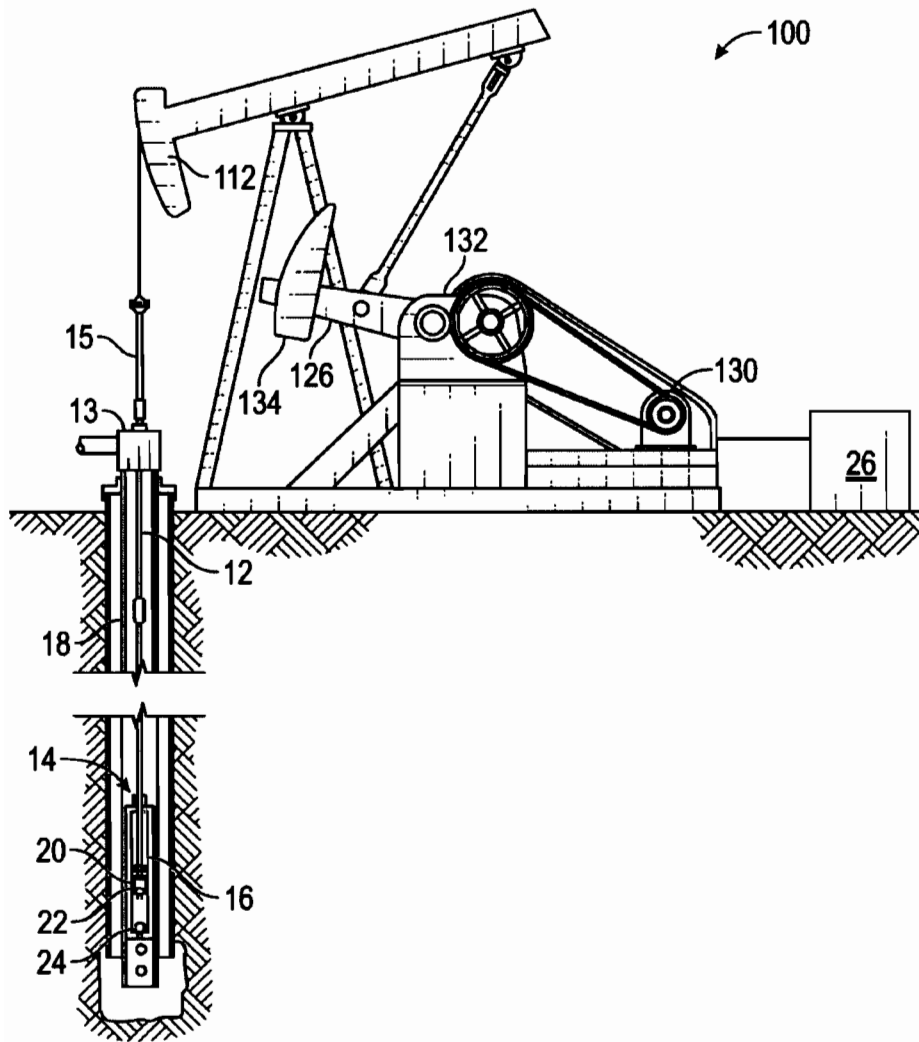
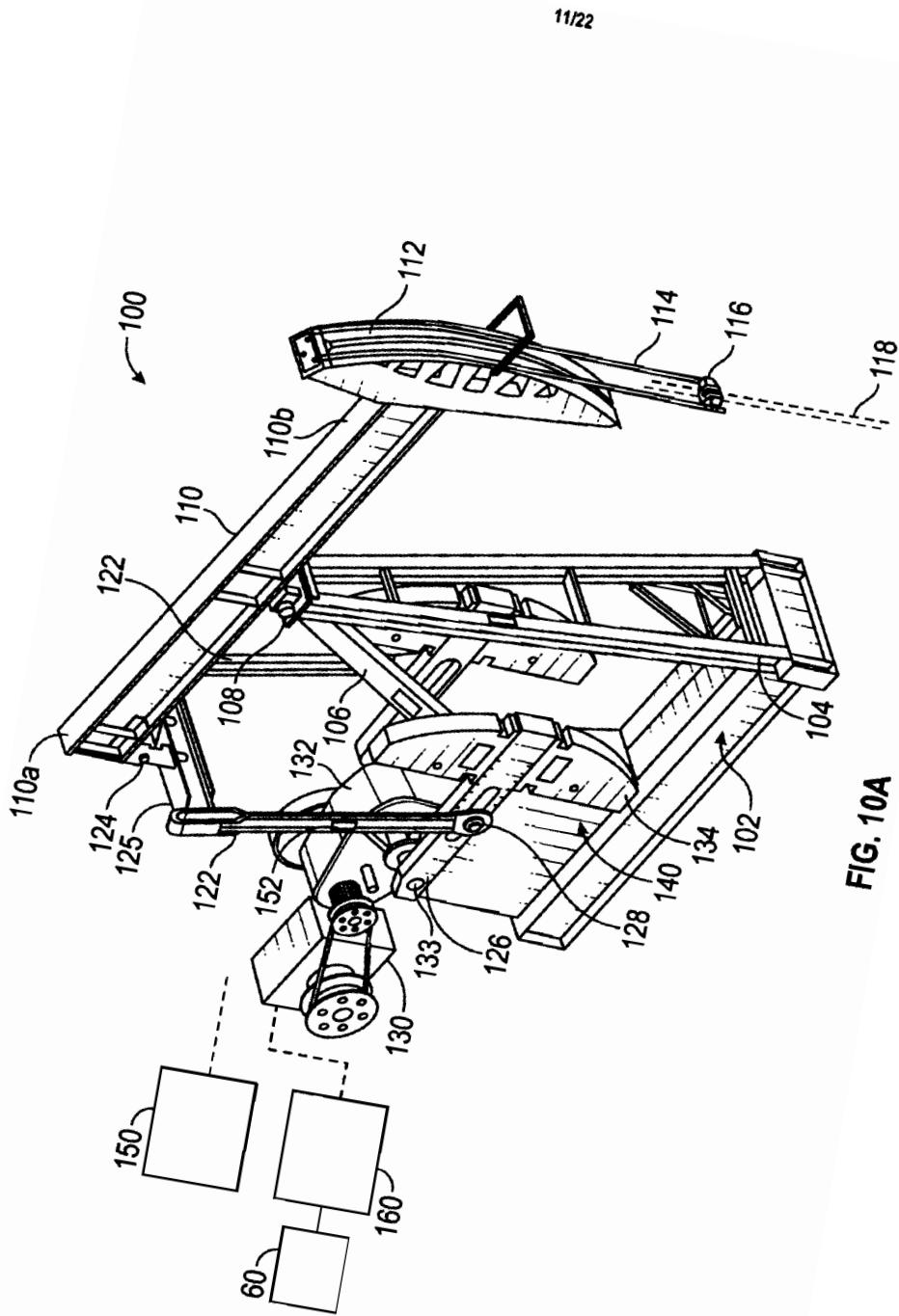


FIG. 9



11/22

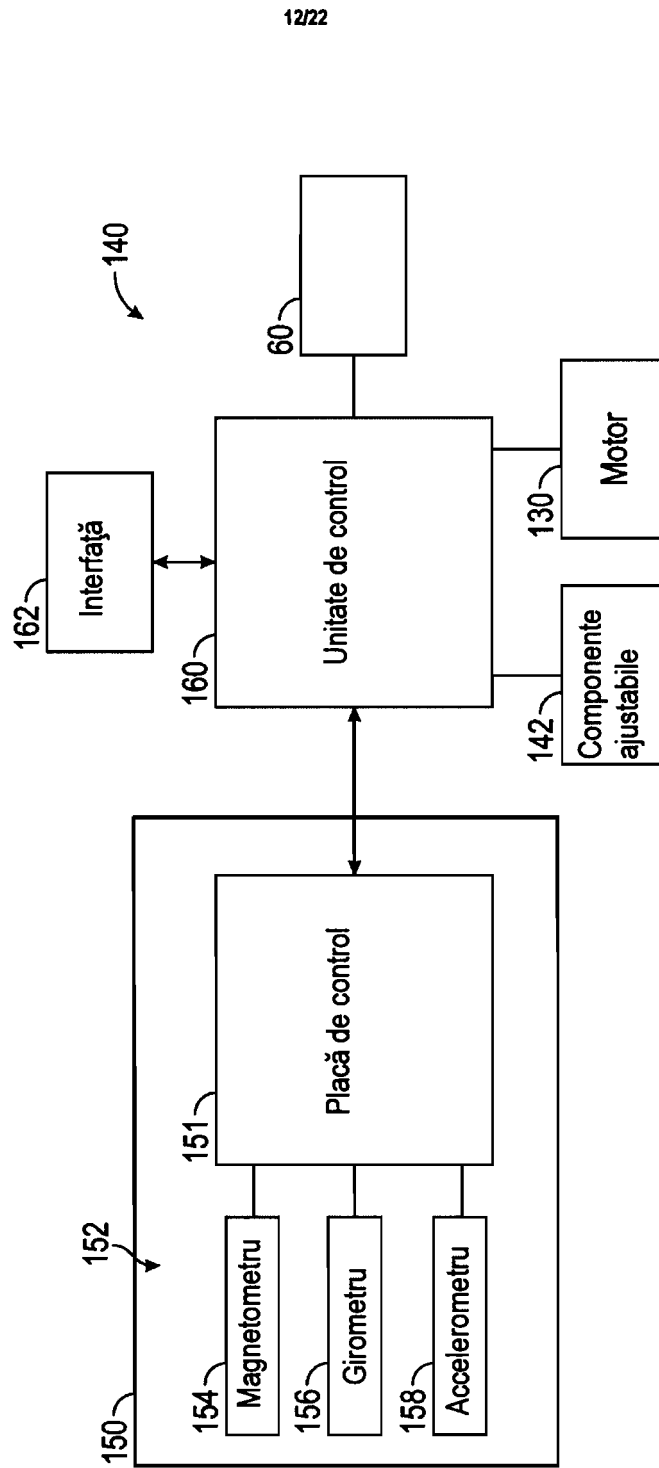


FIG. 10B

13/22

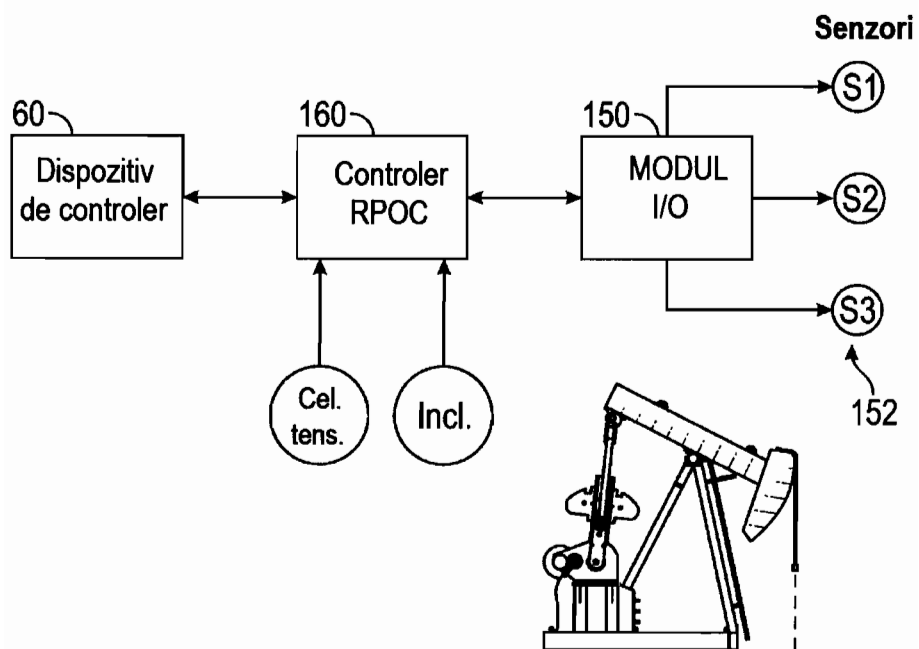


FIG. 11A

14722

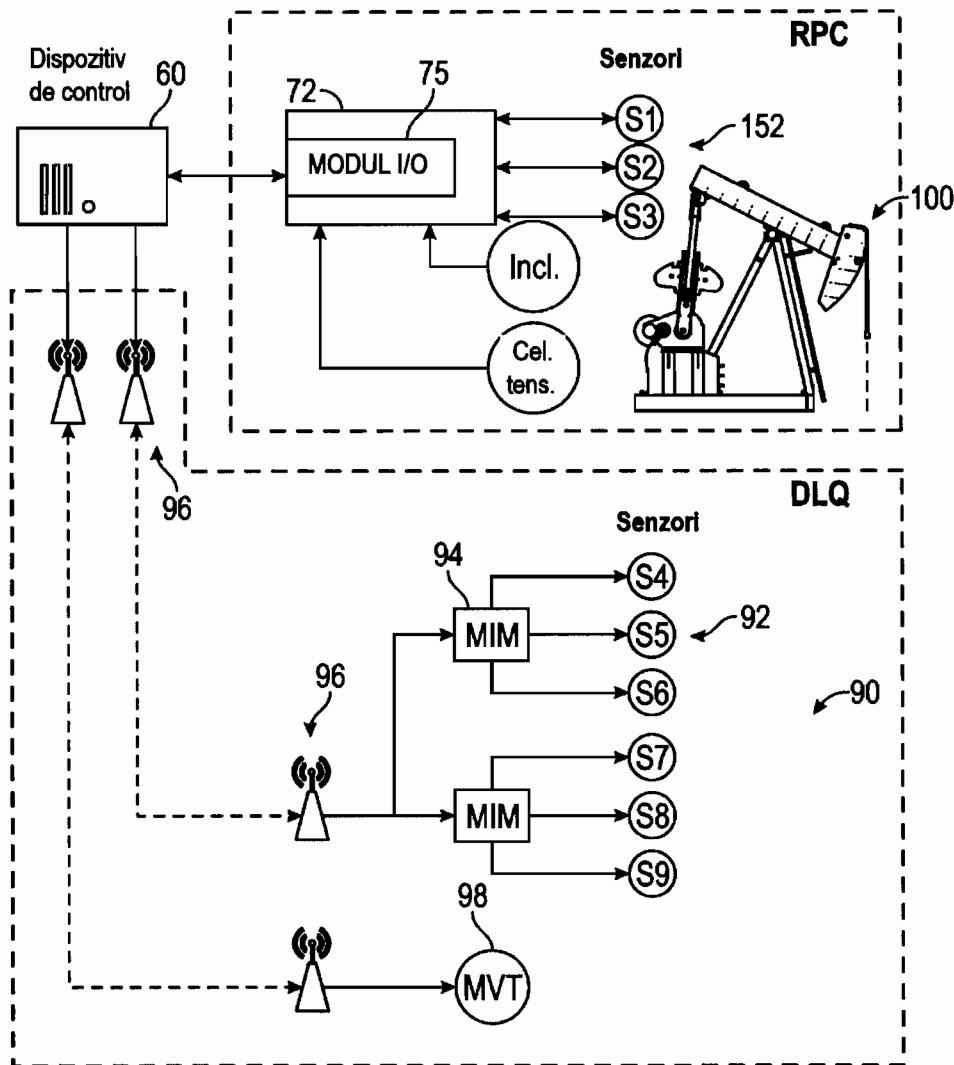


FIG. 11B

15/22

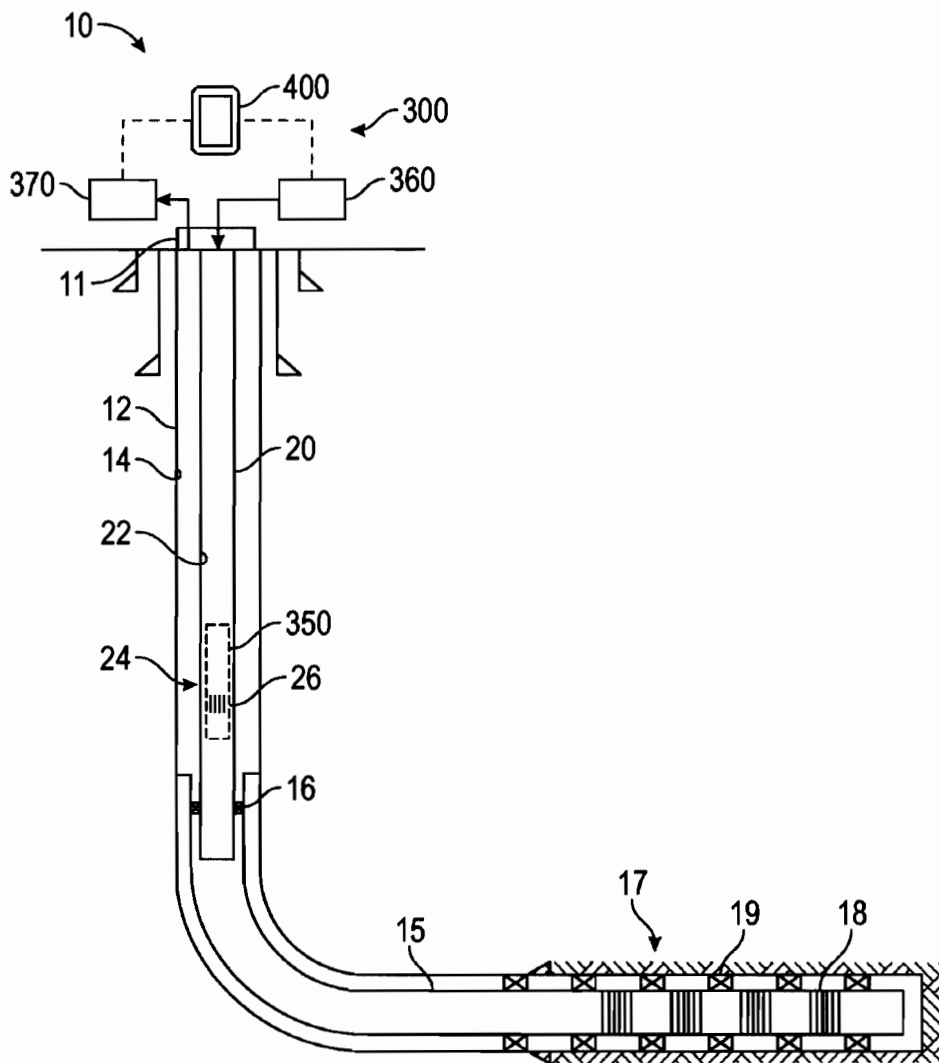


FIG. 12A

16/22

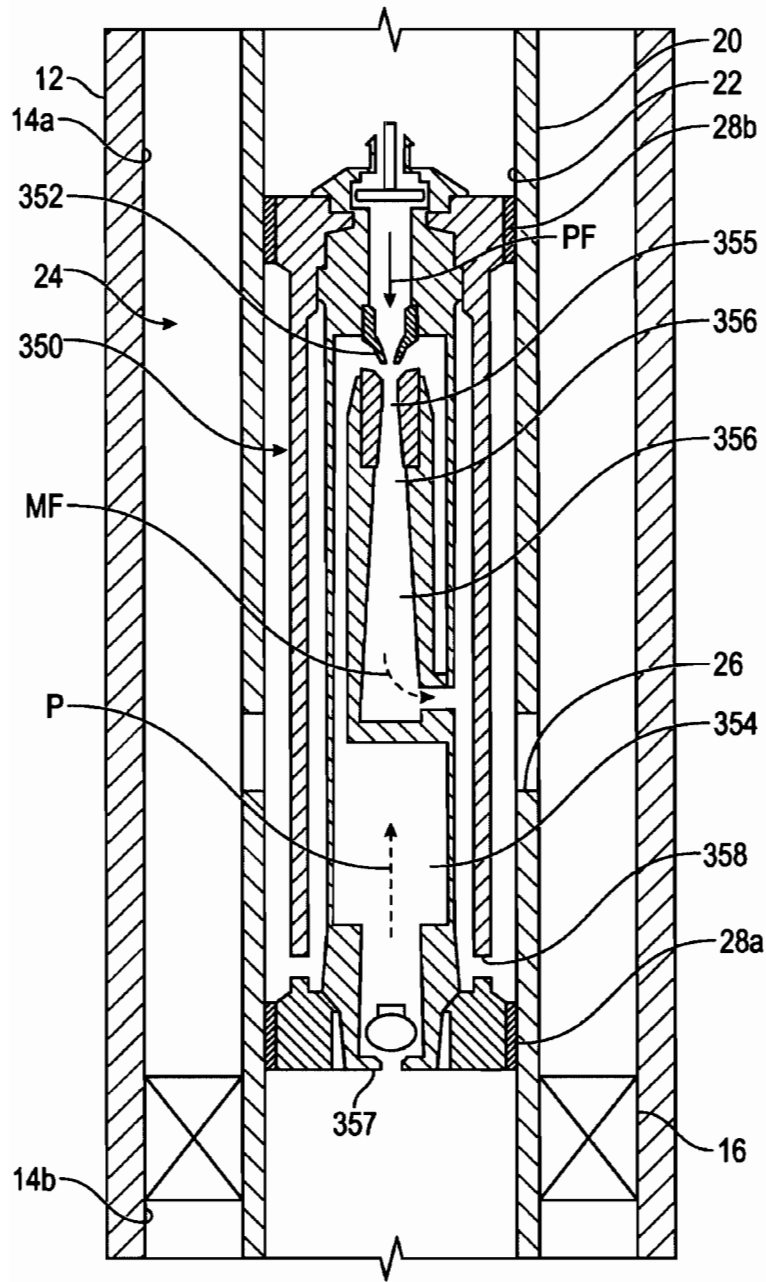


FIG. 12B

17122

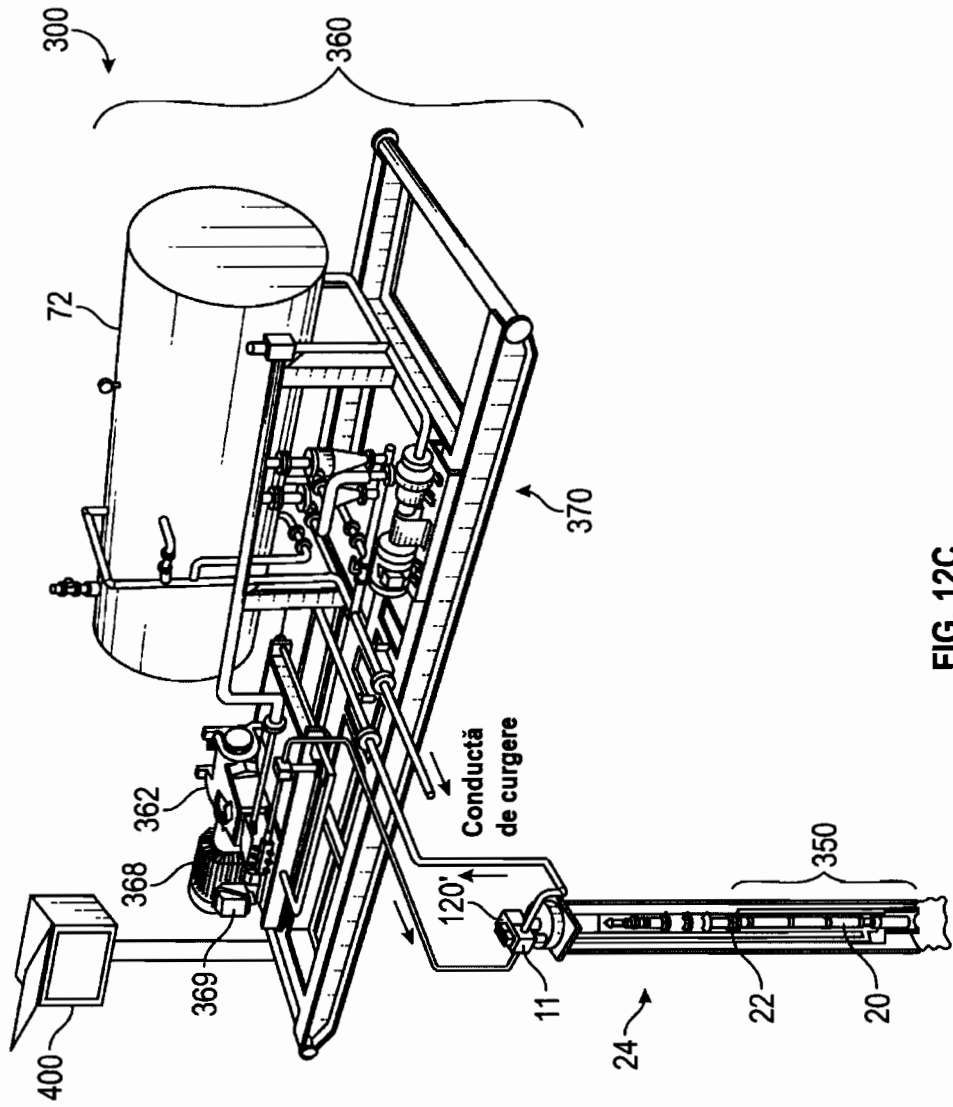


FIG. 12C

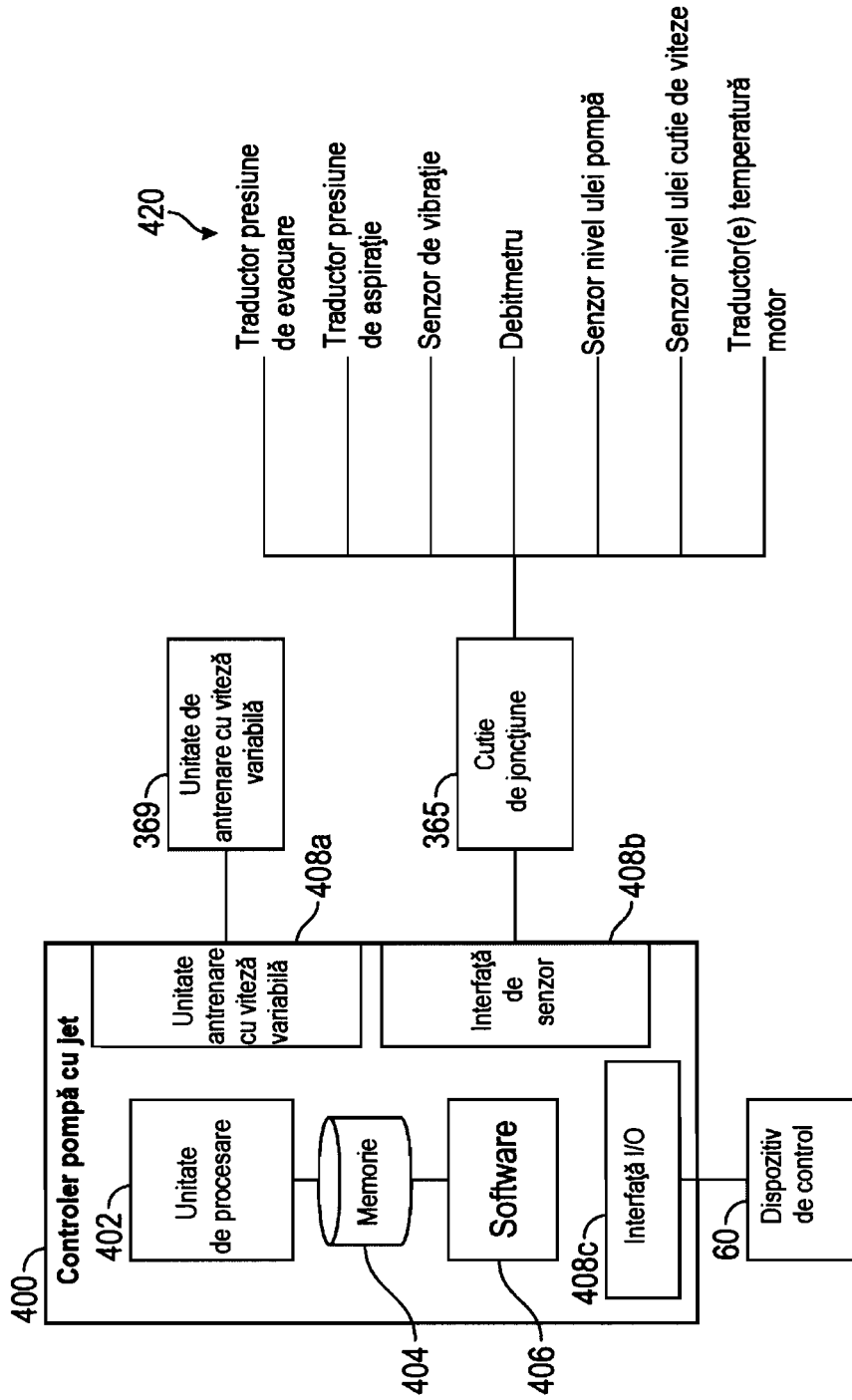
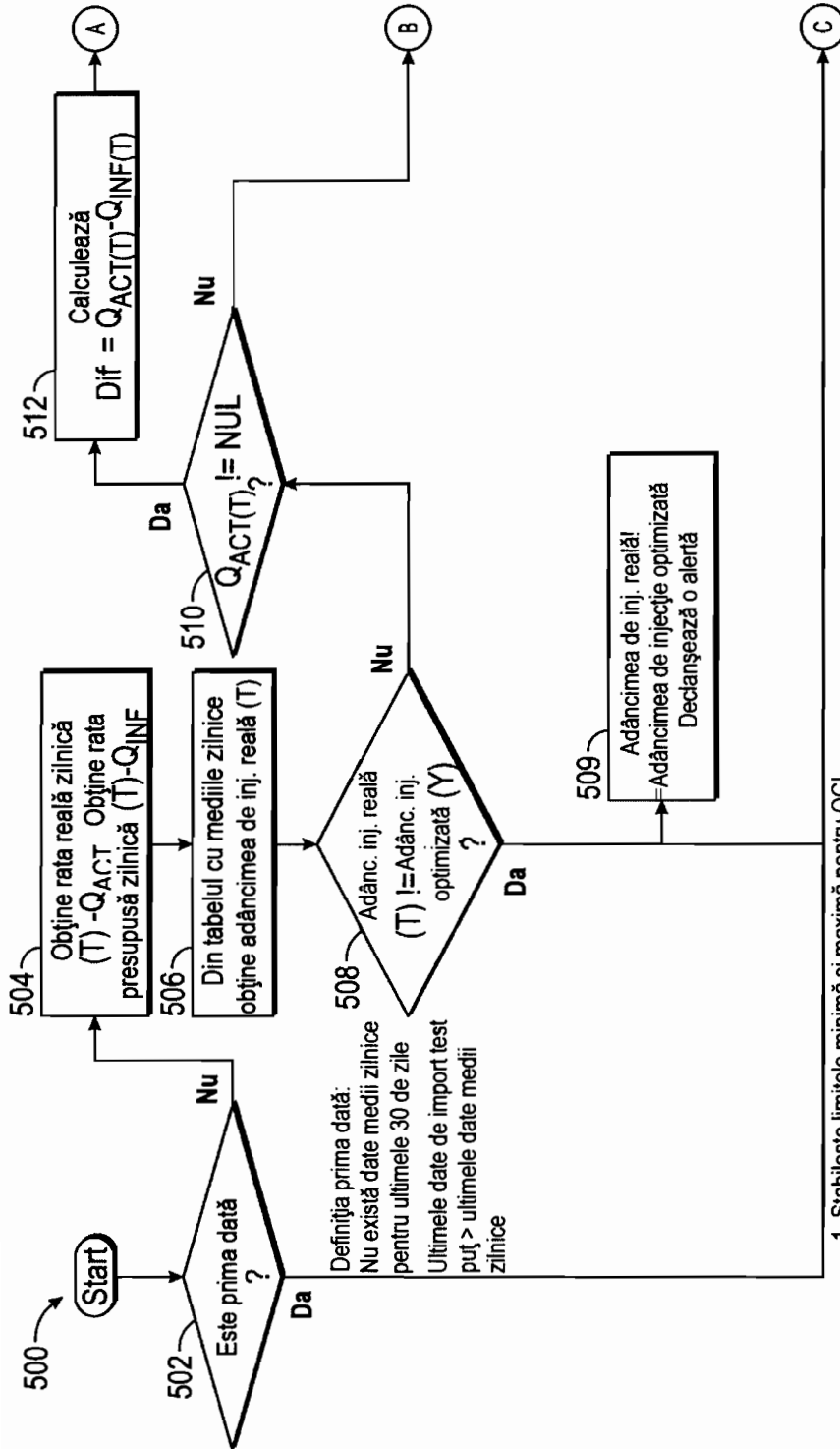


FIG. 13



1. Stabilește limitele minimă și maximă pentru QGI
2. Utilizează recomandarea API pentru creșterea/scăderea QGI

FIG. 14

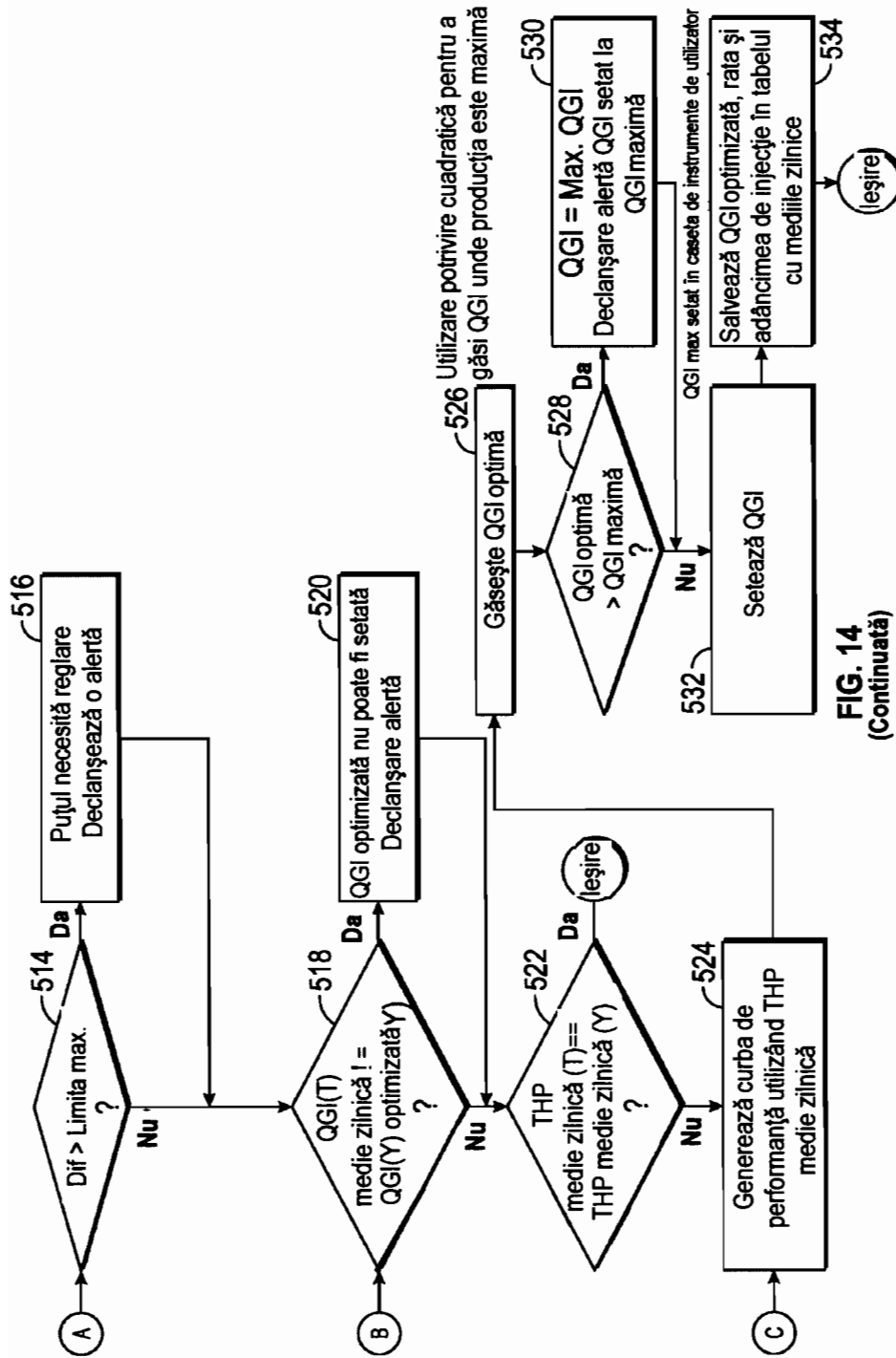


FIG. 14
(Continuată)

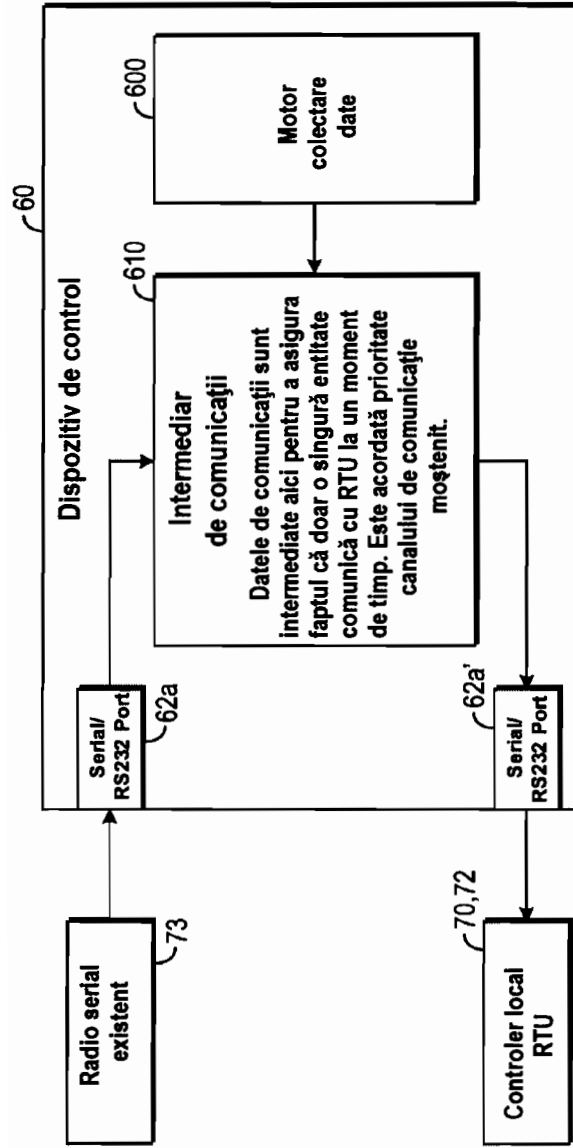


FIG. 15

22/22

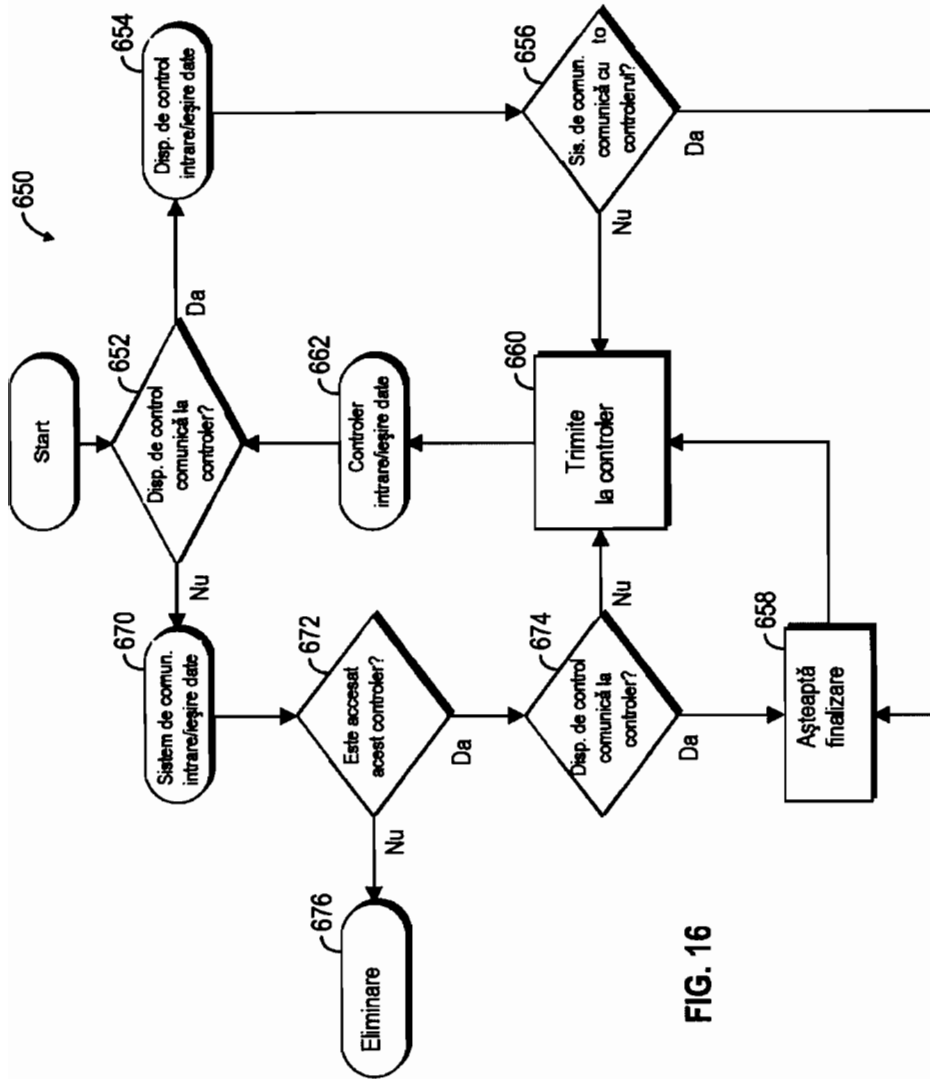


FIG. 16