

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00004

(22) Data de depozit: 18/08/2016

(41) Data publicării cererii:
30/09/2019 BOPI nr. 9/2019

(86) Cerere internațională PCT:
Nr. US 2016/047501 18/08/2016

(87) Publicare internațională:
Nr. WO 2018/034662 22/02/2018

(71) Solicitant:
• HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC.,
3000 N. SAM HOUSTON PARKWAY E.,
77032-3219, HOUSTON, TEXAS, US

(72) Inventatori:
• FRIPP MICHAEL, 3826 CEMETERY HILL
ROAD, TX 75007, CARROLLTON, US;

• WALTON ZACHARY WILLIAM, 2204
SOUTHERN COURT., CARROLLTON,
75006, TEXAS, US;
• MERRON MATTHEW, 2705
CARMEL DRIVE, 75006, TEXAS,
CARROLLTON, US;
• FROSELL THOMAS, 7409
BRADFORD PEAR DRIVE, 75063, TEXAS,
IRVING, US

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

(54) SEMNALE DE DEBIT PENTRU COMUNICARE WIRELESS
ÎNTR-UN PUȚ DE FORAJ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la niște semnale de debit pentru comunicare wireless într-un puț de foraj. Semnalele, conform invenției, constau în aceea că sunt furnizate metode și sisteme pentru utilizarea semnalelor de debit pentru comunicare wireless într-un puț de foraj, într-o variantă de realizare, metodele cuprinzând: generarea unui prim semnal de debit în interiorul unui puț de foraj prin comutarea debitului unui prim fluid din puțul de foraj, în care primul semnal de debit cuprinde cel puțin două caracteristici detectabile; detectarea primului semnal de debit la un prim instrument pentru utilizare în puțul de foraj dispus în interiorul puțului de foraj; și acționarea primului instrument pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la detectarea primului semnal de debit.

Revendicări: 20
Figuri: 5

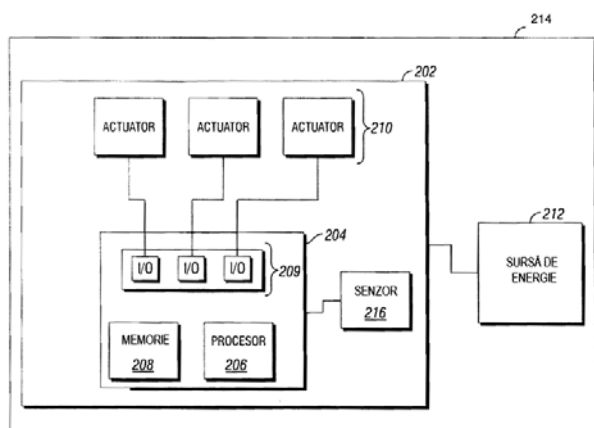


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



22

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRC
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2019 00004
Data depozit 18-08-2016

SEMNALE DE DEBIT PENTRU COMUNICARE WIRELESS ÎNTR-UN PUȚ DE FORAJ

BAZELE INVENȚIEI

Hidrocarburile, cum ar fi petrolul și gazele, se obțin în mod obișnuit din formațiuni subterane care se pot găsi pe uscat sau departe de țărm. Dezvoltarea operațiunilor subterane și a proceselor implicate în îndepărtarea hidrocarburilor dintr-o formațiune subterană implică în mod tipic o serie de etape diferite, cum ar fi, de exemplu, forarea unui puț de foraj la un situs dorit al puțului, tratarea puțului de foraj pentru optimizarea producției de hidrocarburi, și efectuarea etapelor necesare pentru a se produce și procesa hidrocarburile din formațiunea subterană.

După ce s-a format un puț de foraj, se pot introduce diferite instrumente pentru un puț de foraj în puțul de foraj pentru a extrage resursele naturale, cum ar fi hidrocarburi sau apă din puțul de foraj, pentru a se injecta fluide în puțul de foraj, și/sau pentru a întreține puțul de foraj. La diferite momente în timp pe durata operațiunilor de producție, injectare și/sau întreținere, poate fi necesară reglarea fluxului fluidului în interiorul sau în exteriorul diferitelor porțiuni ale puțului de foraj sau diferitelor porțiuni ale instrumentelor pentru un puț de foraj utilizate în puțul de foraj.

Unele instrumente pentru un puț de foraj sunt utilizate parțial de către componentele electronice integrate care recepționează semnale de comandă de la operatori de la suprafață. Ca răspuns la semnalele de comandă, componentele electronice integrate pot pune în funcțiune instrumentul pentru utilizare într-un puț de foraj în moduri mai complicate decât se întâmplă de obicei utilizând numai un control hidro-mecanic. Totuși, din cauza distanței dintre suprafață și instrumentele pentru un puț de foraj, interferențele create de formațiune, în general, deteriorează condițiile din puțul de foraj, și diferiți alți factori, comunicarea dintre suprafață și instrumentele pentru un puț de foraj poate fi dificilă. În unele cazuri, se utilizează materiale magnetice, cum ar fi bile magnetice de fracturare, pentru a emite semnale către componentele electronice din instrumentele pentru un puț de foraj. Totuși, aceste sisteme de emisie a semnalelor limitează proprietățile materialelor utilizate și complică metalurgia instrumentelor pentru un puț de foraj. Acestea, de asemenea, pot limita capacitatea de traversare a altor instrumente prin sistem.

SCURTĂ DESCRIERE A FIGURILOR

Aceste figuri ilustrează anumite aspecte ale unora dintre variantele de realizare conform prezentei dezvăluiri, și nu trebuie utilizate pentru a limita sau defini revendicările.

Figura 1 este o reprezentare schematică a unui sistem de puț în urma unei operațiuni de finisare a mai multor zone în conformitate cu anumite variante de realizare ale prezentei dezvăluiri.

Figura 2 este o diagramă bloc care descrie aparatura electronică încorporată, actuatoarele și a altor componente electronice ale unui instrument pentru utilizare într-un puț de foraj în conformitate cu anumite variante de realizare conform prezentei dezvăluiri.

Figurile 3A-D sunt o serie de grafice care reprezintă diferite semnale de debit în conformitate cu anumite variante de realizare conform prezentei dezvoltării.

Figurile 4A-C sunt vederi schematică ale unui instrument pentru utilizare într-un puț de foraj în conformitate cu anumite variante de realizare conform prezentei dezvoltării.

Figura 5 este o diagramă de flux de proces pentru acționarea unui instrument pentru utilizare într-un puț de foraj ca răspuns la un semnal de debit în conformitate cu anumite variante de realizare conform prezentei dezvoltării.

În timp ce au fost descrise variantele de realizare ale acestei dezvoltării, aceste variante de realizare nu implică o limitare a dezvoltării, și nu trebuie să intervină nicio astfel de limitare. Obiectul dezvoltat este capabil de modificarea, alterarea și altele echivalente, în mod considerabil, a formei și funcției, astfel cum va fi evident pentru specialiștii în domeniul relevant și care au beneficiul acestei dezvoltării. Variantele de realizare ilustrate și descrise ale acestei dezvoltării sunt numai exemplificative, și nu sunt exhaustive în ceea ce privește domeniul de aplicare al dezvoltării.

DESCRIEREA ANUMITOR VARIANTE DE REALIZARE

Variantele de realizare ilustrative conform prezentei dezvoltării sunt descrise detaliat în prezentul document. Din motive de claritate, nu toate caracteristicile ale unei implementări efective vor fi descrise în această specificație. Desigur, de va aprecia faptul că în dezvoltarea oricărei astfel de variante de realizare efective, pot fi luate numeroase decizii specifice implementării pentru a se obține obiectivele de implementare specifice, care pot varia de la o implementare la alta. Mai mult, se va aprecia faptul că acest efort de dezvoltare poate fi complex și consumator de timp, dar ar fi, totuși, o activitate de rutină pentru specialiștii în domeniu care au beneficiul prezentei dezvoltării.

În scopul acestei dezvoltării, un sistem de gestiune a informațiilor poate să includă orice instrumentar sau agregat de instrumente care poate fi utilizat pentru a evalua, clasifica, procesa, transmite, recepționa, recupera, crea, schimba, stoca, afișa, manifesta, detecta, înregistra, reproduce, gestiona sau utiliza orice formă de informații, detalii sau date în scop comercial, științific, de control sau în alt scop. De exemplu, un sistem de gestiune a informațiilor poate fi un computer personal, un dispozitiv de stocare în rețea sau orice alt dispozitiv adecvat și poate varia ca formă, dimensiune, performanță, funcționalitate și preț. Sistemul de gestiune a informațiilor poate să includă o memorie cu acces aleatoriu (RAM), una sau mai multe resurse de procesare, cum ar fi o unitate centrală de procesare (CPU) sau un hardware sau un software de control logic, ROM, alte tipuri de memorie nevolatilă, sau orice combinație a acestora. Componentele suplimentare ale sistemului de gestiune a informațiilor poate să includă unul sau mai multe unități de disc, unul sau mai multe porturi de rețea pentru comunicare cu dispozitive externe precum și diferite dispozitive de intrare și de ieșire (I/O), cum ar fi o tastatură, un mouse, și un ecran video. Sistemul de gestiune a informațiilor, de asemenea, poate include unul sau mai multe magistrale care pot fi utilizate pentru a transmite comunicări dintre diferitele componente hardware. Acesta, de asemenea, poate include unul sau mai multe

unități de interfață capabile să transmită unul sau mai multe semnale către un controler, actuator, sau către un dispozitiv asemănător.

În scopul prezentei dezvoltări, mediul care poate fi citit de calculator poate să includă orice instrumentar sau agregat de instrumente care poate să rețină date sau instrucțiuni sau pe ambele pentru o perioadă de timp. Mediul care poate fi citit de calculator poate să includă, de exemplu, fără limitare, un mediu de stocare, cum ar fi un dispozitiv de stocare cu acces direct (de exemplu, o unitate hard disk sau o unitate floppy disk), un dispozitiv de stocare cu acces secvențial (de exemplu, o unitate de disc cu bandă), compact disk, CD-ROM, DVD, RAM, ROM, o memorie programabilă numai pentru citire, care poate fi ștearsă (EEPROM), memorie flash, sau orice combinație a acestora; precum și medii de comunicare cum ar fi fire, fibre optice, microunde, unde radio și transportori electromagnetici și/sau optici; și/sau orice combinație a celor de mai sus.

Pentru a facilita o mai bună înțelegere a prezentei dezvoltări, se dau următoarele exemple ale anumitor variante de realizare. În niciun caz nu trebuie ca următoarele exemple să fie interpretate ca limitând, sau definind, domeniul de aplicare a invenției. Variantele de realizare conform prezentei dezvoltări pot fi aplicate puțurilor de foraj orizontale, verticale, deviate sau în alt mod neliniar în orice tip de formațiune subterană. Variantele de realizare pot fi aplicate puțurilor de injecție precum și puțurilor de producție, inclusiv puțurilor de hidrocarburi. Variantele de realizare pot fi implementate utilizându-se un instrument care este potrivit pentru testare, recuperare și prelevare de-a lungul secțiunilor formațiunii. Variantele de realizare pot fi implementate cu instrumente care, de exemplu, pot fi transportate printr-un pasaj de flux în coloana de tubaj sau utilizând o linie cablată, instrumentație cu sârmă, tubaj bobinat, robot pentru utilizare într-un puț de foraj sau ceva asemănător. "Tehnica măsurării în timpul forării" ("MWD") este denumirea, în general, utilizată pentru măsurarea condițiilor dintr-un puț de foraj cu privire la deplasarea și poziția ansamblului de forare în timp ce forarea continuă. "Tehnica înregistrării în timpul forării" ("LWD") este denumirea, în general, utilizată pentru tehnici similare care se concentrează mai mult pe măsurarea parametrilor formațiunii. Dispozitivele și metodele conform anumitor variante de realizare pot fi utilizate în unul sau mai multe dintre linie cablată (incluzând linie cablată, instrumentație cu sârmă și tubaj bobinat), robot pentru utilizare într-un puț de foraj, operațiuni MWD și LWD.

Termenii "a cupla" sau "cuplează" astfel cum se utilizează în prezentul document sunt destinați să reprezinte o conexiune indirectă sau directă. Astfel, în cazul în care un prim dispozitiv se cuplează la un al doilea dispozitiv, respectiva conexiune se poate realiza printr-o conexiune directă sau printr-o conexiune indirectă mecanică sau electrică prin alte dispozitive și conexiuni. Similar, termenul "cuplat cu posibilitate de comunicare", astfel cum se utilizează în prezentul document, este destinat să reprezinte o conexiune de comunicare directă sau indirectă. Această conexiune poate fi o conexiune cablată sau wireless, cum ar fi, de exemplu, Ethernet sau LAN. Aceste conexiuni cablate și wireless sunt bine cunoscute specialiștilor în domeniu și, astfel, nu vor fi prezentate detaliat în prezentul document. Astfel, în cazul în care un prim dispozitiv se cuplează cu posibilitate de comunicare la un al doilea dispozitiv, respectiva conexiune poate fi o conexiune directă, sau o conexiune indirectă de comunicare prin alte dispozitive și conexiuni.

Prezenta dezvăluire se referă la metode și sisteme pentru utilizarea de semnale de debit pentru comunicare wireless într-un puț de foraj. Mai exact, prezenta dezvăluire se referă la o metodă care cuprinde: generarea un prim semnal de debit în interiorul unui puț de foraj prin comutarea debitului unui prim fluid în puțul de foraj, în care primul semnal de debit cuprinde cel puțin două caracteristici detectabile; detectarea primului semnal de debit la un prim instrument pentru utilizare într-un puț de foraj dispus în interiorul puțului de foraj; și acționarea primului instrument pentru utilizare într-un puț de foraj ca răspuns la detectarea primului semnal de debit.

În anumite variante de realizare, prezenta dezvăluire se referă la un sistem care cuprinde: un element de control al fluxului din puț configurat pentru a genera unul sau mai multe semnale de debit care cuprind cel puțin două caracteristici detectabile într-un puț de foraj; și un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj dispus în puțul de foraj care cuprinde: unul sau mai multe actuatoare; un senzor configurat pentru a detecta cel puțin unul dintre respectivele unul sau mai multe semnale de debit; și un controler cuplat la senzor și respectivele unul sau mai multe actuatoare și controlerul configurat pentru a acționa instrumentul pentru utilizare într-un puț de foraj ca răspuns la cel puțin unul dintre respectivele unul sau mai multe semnale de debit.

În anumite variante de realizare, prezenta dezvăluire se referă, de asemenea, la un sistem care cuprinde: un element de control al fluxului din puț configurat pentru a genera unul sau mai multe semnale de debit care cuprinde cel puțin două caracteristici detectabile într-un puț de foraj; și o multitudine de instrumente pentru un puț de foraj dispuse în puțul de foraj, în care fiecare dintre multitudinea de instrumente pentru utilizare într-un puț de foraj cuprinde: unul sau mai multe actuatoare; un senzor configurat pentru a detecta cel puțin unul dintre respectivele unul sau mai multe semnale de debit; și un controler cuplat la senzor și respectivele unul sau mai multe actuatoare și controlerul configurat pentru a acționa instrumentul pentru utilizare într-un puț de foraj ca răspuns la cel puțin unul dintre respectivele unul sau mai multe semnale de debit.

Dintre numeroasele avantaje potențiale ale metodelor și sistemelor conform prezentei dezvăluiri, numai unele dintre acestea sunt menționate în prezentul document, metodele și sistemele conform prezentei dezvăluiri asigură o comunicare wireless cu instrumentele pentru un puț de foraj și evită problemele determinate de interferența creată de formațiune, deteriorarea condițiilor din puțul de foraj, și diferiți alți factori care în mod tipic fac dificilă comunicarea într-un puț de foraj. Mai mult, spre deosebire de emiterea de semnale magnetice în puțul de foraj, emiterea de semnale de debit nu necesită o metalurgie specifică a instrumentelor pentru un puț de foraj și nici nu limitează capacitatea de trecere a altor instrumente prin sistem. În anumite variante de realizare, metodele și sistemele conform prezentei dezvăluiri cuprind semnale de debit care cuprind cel puțin două caracteristici detectabile. Aceste semnale de debit pot avea un avantaj în plus față de semnalele mai simple de debit, care este posibil să nu fie suficient de distincte din variațiile obișnuite ale debitului pentru a fi recunoscute de către un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj, sau pot să nu conțină suficiente informații pentru a efectua o operațiune dorită în puțul de foraj.

Variantele de realizare conform prezentei dezvoltări și avantajele acestora pot fi înțelese prin referire la figurile 1 la 5, în care numerele asemănătoare se utilizează pentru a indica părți asemănătoare și corespunzătoare.

Figura 1 este o schemă a unui sistem de puț 100 după o operație de finisare a mai multor zone. Diferite tipuri de echipament, cum ar fi o masă rotativă, fluid de forare sau pompe pentru fluidul producție, rezervoare de fluid de forare (nu sunt prezentate în mod expres), și alte echipamente de forare sau producție pot fi situate la suprafața puțului sau la situsul puțului 102. Un puț de foraj se extinde de la o suprafață și prin formațiunile subsuprafeței. Puțul de foraj sunt o secțiune substanțial verticală 104 și o secțiune substanțial orizontală 106, secțiunea verticală 104 și secțiunea orizontală 106 fiind conectate printr-o conductă cotită 108. Secțiunea orizontală 106 se extinde printr-o formațiune care sunt hidrocarburi 124. Una sau mai multe coloane de tubaj 110 se inserează și cimentează în secțiunea verticală 104 pentru a împiedica fluidele să pătrundă în puțul de foraj. Fluidele pot cuprinde oricare dintre unul sau mai multe dintre fluidele din formațiune (cum ar fi fluide de producție sau hidrocarburi), apă, noroi, fluide de fracturare, sau orice alt tip de fluid care poate fi injectat în sau primit din formațiunea 124.

Deși puțul de foraj prezentat în figura 1 include o secțiune orizontală 106 și o secțiune verticală 104, puțul de foraj poate fi substanțial vertical (de exemplu, substanțial perpendicular pe suprafață), substanțial orizontal (de exemplu, substanțial paralel cu suprafața), sau poate cuprinde orice altă combinație de secțiuni orizontale și verticale. În timp ce un sistem pe bază de pământ 100 se ilustrează în figura 1, în puțul de foraj instrumentele de forare care încorporează informații conform prezentei dezvoltări pot fi utilizate în mod satisfăcător cu echipamentele de forare situate pe platforme departe de țărm, nave de forare, semi-submersibile și barje de forare (nu sunt prezentate în mod expres).

Sistemul de puț 100 descris în figura 1 este, în general, cunoscut ca un puț de foraj deschis deoarece coloanele de tubaj 110 nu se extind prin conducta cotită 108 și secțiunea orizontală 106 ale puțului de foraj. Drept rezultat, conducta cotită 108 și secțiunea orizontală 106 ale puțului de foraj sunt "deschise" la formațiune. Într-o altă variantă de realizare, sistemul de puț 100 poate fi un puț de tip închis în care unul sau mai multe coloane de tubaj 110 se inserează în conducta cotită 108 și secțiunea orizontală 106 și se cimentează in situ. În unele variante de realizare, puțul de foraj poate fi parțial finisat (de exemplu, parțial tubat sau cimentat) și parțial nefinisat (de exemplu, netubat și/sau necimentat).

Sistemul de puț 100 poate să includă un element de control al fluxului din puț 122. Deși elementul de control al fluxului din puț 122 este prezentat ca fiind asociat cu o instalație de forare la situsul puțului 102, porțiuni din sau tot elementul de control al fluxului din puț 122 pot fi situate în interiorul puțului de foraj. De exemplu, elementul de control al fluxului din puț 122 poate fi situat la situsul puțului 102, în interiorul puțului de foraj la o locație diferită față de locația unui instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 120, sau în interiorul unui puț de foraj lateral. În timpul funcționării, elementul de control al fluxului din puț 122 controlează debitul fluidelor. În una sau mai multe variante de realizare, elementul de control al fluxului din puț 122 poate regla debitul unui fluid în interiorul sau în exteriorul puțului de foraj, în interiorul sau în exteriorul formațiunii prin puțul de foraj sau ambele. Fluidele pot să includă

hidrocarburi, cum ar fi petrol și gaze, alte resurse naturale, cum ar fi apă, un fluid de tratament sau orice alt fluid din interiorul unui puț de foraj.

Elementul de control al fluxului din puț 122 poate să includă, fără limitare, supape, senzori, instrumentații, tubaje, conexiuni, inductoare, bypass-uri, orice alte componente adecvate pentru a controla fluxul fluidului înspre și dinspre puțul de foraj, sau orice combinație a acestora. Un operator sau elementul de control al fluxului din puț 122 sau ambele pot controla debitul fluxului fluidului în puțul de foraj prin, de exemplu, controlarea unui inductor sau a bypass-ului în jurul unui inductor la situsul puțului 102. Operatorul sau elementul de control al fluxului din puț 122 sau ambele pot controla debitul fluxului fluidului în puțul de foraj pentru a genera unul sau mai multe semnale de debit. Un semnal de debit poate cuprinde o comandă digitală codată de orice modificare detectabilă a debitului. În anumite variante de realizare, semnalele de debit pot corespunde unui anumit mesaj sau comunicare care urmează a se transmite către un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 120.

Varianta de realizare din figura 1 include a un pachet superior de producție 112 dispus în secțiunea verticală 104 a puțului de foraj care etanșează o suprafață din extremitatea interioară a coloanei de tubaj 110. Tubajul de producție 114 se extinde din pachetul de producție 112, de-a lungul conductei cotite 108 și se extinde de-a lungul secțiunii orizontale 106 a puțului de foraj. Tubajul de producție 114, de asemenea, se poate utiliza pentru a se injecta hidrocarburi și alte resurse naturale în formațiunea 124 prin puțul de foraj. Tubajul de producție 114 poate să includă secțiuni multiple care sunt cuplate sau unite împreună prin orice mecanism adecvat pentru a permite tubajului de producție 114 să se extindă la o adâncime dorită sau predeterminată în puțul de foraj. Pot fi dispuse de-a lungul tubajului de producție 114 diferite instrumente pentru un puț de foraj incluzând pachere 116A-E și manșoane 118A-F. Pacherele 116A-E intră în contact cu suprafața interioară a secțiunii orizontale 106, separând secțiunea orizontală 106 într-o serie de zone de producție 120A-F. În unele variante de realizare, pacherele adecvate 116A-E includ, dar nu se limitează la pachere de setare a comprimării, pachere expandabile, pachere gonflabile, orice alte instrumente pentru un puț de foraj, echipamente sau dispozitive de izolare a zonelor, sau orice combinație a acestora.

Fiecare dintre manșoanele 118A-F poate fi, în general, utilizat între o poziție deschisă și o poziție închisă astfel încât în poziția deschisă, manșoanele 118A-F permit comunicarea fluidului între tubajul de producție 114 și zonele de producție 120A-F. În una sau mai multe variante de realizare, manșoanele 118A-F pot fi utilizate pentru a controla fluidul în una sau mai multe configurații. De exemplu, manșoanele 118A-F pot funcționa într-o configurație intermediară, cum ar fi parțial deschisă, ceea ce poate determina fluxul fluidului să fie limitat, o configurație parțial închisă, care poate determina fluxul fluidului să fie mai puțin limitat decât atunci când este parțial deschis, o configurație deschisă care nu limitează fluxul fluidului sau care limitează la minimum fluxul fluidului, o configurație închisă care limitează întregul flux de fluid sau substanțial întregul flux al fluidului, sau orice poziție între acestea.

Pe durata producției, comunicare fluidului are loc, în general, din formațiunea 124, prin manșoanele 118A-F (de exemplu, într-o configurație deschisă), și în tubajul de producție 114. Pacherele 116A-F și respectivul un pachet superior de producție 112 etanșează puțul de foraj astfel încât orice fluid care pătrunde în puțul de foraj sub pachetul de producție 112 este direcționat prin manșoanele 118A-F, tubajul de

producție 114, și respectivul un pachet superior de producție 112 și în secțiunea verticală 104 a puțului de foraj.

Comunicarea fluidului, de asemenea, poate avea loc din tubajul de producție 114, prin manșoanele 118A-F și în formațiunea 124, dacă este cazul, pe durata fracturării hidraulice. Fracturarea hidraulică este o metodă de stimulare a producției unui puț și, în general, utilizează fluide specifice de pompare pentru fracturare în puț și în formațiune. Pe măsură ce crește presiunea fluidului, fluidul de fracturare determină fisuri și fracturări în formațiune și le determină să se propage prin formațiune. Drept rezultat, fracturarea determină căi suplimentare de comunicare între puțul de foraj și formațiune. Comunicarea fluidului, de asemenea, poate lua naștere din alte tehnici de stimulare, cum ar fi stimulare cu acid, injectare cu apă și injectare cu dioxid de carbon (CO₂).

La puțurile având zone multiple, cum ar fi zonele 120A-F ale sistemului de puț 100 descris în figura 1, este adesea necesară fracturarea fiecărei zone individual. Pentru fracturarea unei singure zone, zonele sunt izolate față de alte zone și fluidul de fracturare este împiedicat să pătrundă în respectivele alte zone. În una sau mai multe variante de realizare, izolarea unei zone care este fracturată poate necesita acționarea unuia sau mai multor instrumente pentru un puț de foraj între diferite configurații, poziții sau moduri. De exemplu, izolarea oricăreia una sau mai multe zone 120A-F poate cuprinde deplasarea oricărui unul sau mai multe instrumente cu manșon culisant 118A-F între o configurație închisă și o configurație deschisă, utilizând sau întrerupe utilizarea cu oricare unul sau mai multe pachete 116A-E cu puțul de foraj, sau schimbând configurația unei supape pentru a redirecționa fluidul de fracturare.

Fluidele pot fi extrase din sau injectate în puțul de foraj și zonele de producție 120A-F prin manșoanele 118A-F și tubajul de producție 114. De exemplu, fluidele de producție, incluzând hidrocarburi, apă, sedimente, și alte materiale sau substanțe care se găsesc în formațiunea 124 pot fi transmise din formațiune și din zonele de producție 120A-F în puțul de foraj prin pereții laterali ai porțiunilor deschise ale puțului de foraj 106 și 108 sau perforațiilor din coloana de tubaj 110. Fluidele de producție pot circula în puțul de foraj înainte de a fi extrase prin instrumentele pentru un puț de foraj și tubajul de producție 114. Mai mult, fluidele de injectare, incluzând hidrocarburi, apă, gaze, spume, acizi, și alte materiale sau substanțe, pot fi injectate în puțul de foraj și formațiune prin tubajul de producție 114 și instrumentele pentru un puț de foraj.

Deși sistemul de puț 100 descris în figura 1 cuprinde manșoanele 118A-F și pachetele 116A-E, acesta poate cuprinde orice număr suplimentar de instrumente pentru un puț de foraj, incluzând, dar fără a se limita la site, dispozitive de control al fluxului, tubaj prevăzut cu orificii, pachete suplimentare, manșoane suplimentare, supape, supape cu clapete, deflectoare, senzori și actuatoare. Numărul și tipurile de instrumente pentru un puț de foraj pot depinde de tipul de puț de foraj, de operațiunile care se desfășoară în puțul de foraj, și de condițiile anticipate din puțul de foraj. De exemplu, în anumite variante de realizare, instrumentele pentru un puț de foraj pot să includă o sită de filtrare a sedimentelor din fluidele care curg în puțul de foraj. În plus, deși sistemul de puț 100 descris în figura 1 prezintă instrumente de fracturare, metodele și sistemele conform prezentei dezvoltării pot fi utilizate cu orice instrument pentru utilizare într-un puț de foraj care are capacitatea de detectarea a



unui semnal de debit pentru orice tip adecvat de puț de foraj sau în operarea puțului de foraj.

În anumite variante de realizare, un sistem de puț 100 poate cuprinde o multitudine de instrumente pentru un puț de foraj controlate prin unul sau mai multe semnale de debit. De exemplu, un sistem de puț 100 poate cuprinde 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 100, sau orice alt număr adecvat de instrumente pentru un puț de foraj. Fiecare instrument pentru utilizare într-un puț de foraj poate reacționa la un semnal diferit al debitului. În anumite variante de realizare, un semnal de debit poate indica o comandă către o multitudine de instrumente pentru un puț de foraj.

În anumite variante de realizare, un sistem de puț 100 poate fi un sistem multilateral de puț. De exemplu, în anumite variante de realizare, un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj, cum ar fi o supapă cu clapete poate acționa ca răspuns la un semnal de debit pentru a deschide și închide zone într-un sistem multilateral de puț. În anumite variante de realizare, un semnal de debit poate direcționa un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj într-un sistem multilateral de puț pentru a ghida o bilă de fracturare în una sau mai multe zone ale sistemului.

În general, un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj poate să includă componente electronice integrate și unul sau mai multe actuatore pentru a facilita utilizarea instrumentului pentru utilizare într-un puț de foraj. Figura 2 este o diagramă bloc care descrie o configurație a componentelor electronice integrate, actuatore și alte componente electronice ale unui instrument pentru utilizare într-un puț de foraj. Componentele electronice integrate 202 pot să includă un controler 204 pentru stocarea și executarea de instrucțiuni. În general, controlerul 204 include un procesor 206 pentru executarea de instrucțiuni și o memorie 208 pentru stocarea de instrucțiuni care urmează să se execute de către procesor 206 și poate include în plus unul sau mai multe module de intrare/de ieșire (I/O) 209 pentru comunicare între controlerul 204 și alte componente electronice ale instrumentului pentru utilizare într-un puț de foraj 214.

Procesorul 206 poate să includă orice hardware, software sau ambele, care funcționează pentru a controla și procesa informații. Procesorul 206 poate să includă, fără limitare, un dispozitiv de programare logică, un microcontroler, un microprocesor, un procesor de semnal digital, orice dispozitiv adecvat de procesare, sau orice combinație adecvată ale celor de mai sus. Controlerul 204 poate avea orice număr, tip sau configurație adecvate ale procesoarelor 206. Procesorul 206 poate executa unul sau mai multe instrucțiuni sau seturi de instrucțiuni pentru a acționa un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 214, incluzând etapele descrise mai jos cu referire la figura 5. Procesorul 206, de asemenea, poate executa orice alte programe adecvate pentru a facilita controlul reglabil al fluxului. Controlerul 204 poate include în plus, fără limitare, unități de schimbare, o unitate logică, un element logic, un multiplexor, un demultiplexor, un element de schimbare, un element I/O, un controler periferic, o magistrală, un controler al magistralei, un registru, un element logic combinatoriu, o unitate de stocare, un dispozitiv de programare logică, o unitate de memorie, o rețea neurală, un circuit de detectare, un circuit de control, un transformator din digital în analog (DAC), un transformator din analog în digital (ADC), un oscilator, o memorie, un filtru, un amplificator, un mixer, un modulator, un demodulator, un dispozitiv de stocare a energiei și/sau orice alte dispozitive adecvate.

Într-o variantă de realizare, controlerul 204 comunică cu unul sau mai multe actuatoare 210 pentru a pune în funcțiune instrumentul pentru utilizare într-un puț de foraj 214 între configurații, poziții, sau moduri. Într-o variantă de realizare, actuatorii 210 transformă energia electrică dintr-o sursă de energie 212 pentru a deplasa unul sau mai multe componente ale instrumentului pentru utilizare într-un puț de foraj 214. De exemplu, în anumite variante de realizare, actuatorii 210 pot cuprinde orice actuator adecvat, incluzând, dar fără a se limita la, un dispozitiv electromagnetic, cum ar fi un motor, cutie de viteze, sau șurub liniar, un actuator solenoid, un actuator piezoelectric, o pompă hidraulică, un actuator activat chimic, un actuator activat termic, un actuator activat de presiune sau orice combinație a acestora. De exemplu, în unele variante de realizare, un actuator poate fi un actuator liniar care retractează sau extinde un pin pentru a permite sau limita deplasarea unei componente a instrumentului pentru utilizare într-un puț de foraj. În anumite variante de realizare, un actuator 210 poate roti un corp de supapă pentru a redirecționa fluxul fluidului printr-un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 214. În unele variante de realizare, de exemplu, un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 214 poate cuprinde o placă de siguranță, și controlerul 204 poate comunica cu placa de siguranță pentru a provoca ruperea plăcii de siguranță. Ruperea plăcii de siguranță poate avea drept rezultat o modificare a condiției (de exemplu, o diferență a presiunii) care poate acționa un piston, pin, sau o altă componentă între una sau mai multe poziții. În una sau mai multe variante de realizare, un actuator 210 poate cuprinde o supapă înclinată pentru a se roti, și o frână sau ambreiaj pentru a împiedica rotirea supapei. Controlerul 204 poate comunica cu actuatorul 210 pentru a pune în funcțiune frâna sau ambreiajul pentru a permite rotirea supapei.

Componentele electronice integrate 202 și actuatorii 210 pot fi conectate la o sursă de energie 212. Într-o variantă de realizare, sursa de energie 212 poate fi o baterie integrată cu instrumentul pentru utilizare într-un puț de foraj 214 sau integrată cu un alt instrument pentru utilizare într-un puț de foraj conectată electric la instrumentul pentru utilizare într-un puț de foraj 214. Sursa de energie 212, de asemenea, poate fi în generatorul din puțul de foraj încorporat în instrumentul pentru utilizare într-un puț de foraj 214 sau ca parte a altor echipamente din puțul de foraj. Într-o altă variantă de realizare, sursa de energie 212 poate fi situată la suprafață.

Instrumentul pentru utilizare într-un puț de foraj poate să includă cel puțin un senzor 216 pentru detectarea unei proprietăți fizice și transformarea proprietății într-un semnal electric. Senzorul 216 poate fi cuplat la componentele electronice integrate 202, controlerul 204, procesorul 206, memoria 208, modulele I/O 209, sau la orice combinație a acestora. Senzorul 216 comunică semnalul electric la componentele electronice integrate 202. După recepționarea semnalului electric, controlerul 204 poate executa instrucțiuni pe baza, cel puțin parțiale, a semnalului electric. Unul sau mai multe dintre instrucțiunile executate de controlerul 204 pot să includă determinarea procesorului să transmită unul sau mai multe semnale la unul sau mai multe dintre actuatorii 210, să determine actuatorii 210 să acționeze.

În anumite variante de realizare, controlerul 204 poate fi configurat pentru a acționa instrumentul pentru utilizare într-un puț de foraj 214 ca răspuns la cel puțin unul dintre unul sau mai multe semnale de debit. De exemplu, ca răspuns la respectivele unul sau mai multe semnale de debit primite de senzorul 216, controlerul 204 poate transmite un semnal de acționare sau de comandă la unul sau mai multe actuatorii

210 corespunzătoare unuia sau mai multor semnale de debit recepționate de către senzorii 216. În una sau mai multe variante de realizare, un prim semnal de debit poate corespunde la sau să indice o primă configurație a unui instrument cu manșon culisant 118A-F. De exemplu, atunci când senzorul 216 detectează primul semnal de debit, controlerul 204 poate acționa unul sau mai multe actuatoare 210 pentru a deplasa cel puțin un instrument cu manșon culisant 118 dintr-o configurație sau poziție închisă la o configurație sau poziție deschisă. Ca un alt exemplu, un semnal ulterior de debit poate corespunde la sau poate indica o configurație închisă a cel puțin unui instrument cu manșon culisant 118. Atunci când senzorul 216 detectează cel de-al doilea profil de debit, controlerul 204 poate acționa unul sau mai multe actuatoare 210 pentru a deplasa un instrument cu manșon culisant corespunzător 118 dintr-o configurație deschisă într-o configurație închisă. În una sau mai multe variante de realizare, componentele electronice integrate 202 ale unui instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 214 pot fi configurate pentru a recunoaște unul sau mai multe semnale de debit care indică una sau mai multe comenzi. În anumite variante de realizare, un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 214 poate fi configurat pentru a recunoaște unul sau mai multe semnale de debit anterior introducerii într-un puț de foraj. Semnalele particulare de debit pot corespunde uneia sau mai multor stări ale componentelor electronice integrate 202. De exemplu, respectivele una sau mai multe stări pot să includă, dar nu se limitează la, o indicare de a comunica una sau mai multe comenzi pentru a regla un instrument cu manșon culisant 118 la una sau mai multe configurații, un "mod somn" (cum ar fi un mod sub-alimentat), o stare în timp (cum ar fi așteptarea pentru a efectua sau comunica o comandă până la o întârziere specificată de timp, semafor, ciclu de ceas, orice altă întârziere sau orice combinație a acestora), sau orice alt mod sau stare.

Mai mult, semnalele de debit pot fi transmise de la un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 214 la o altă locație, cum ar fi situsul puțului 102 (prezentat în figura 1) sau alte instrumente pentru un puț de foraj în interiorul sistemului de puț 100 utilizând modificări ale debitului de fluid, care pot fi detectate de un senzor 216 situat la situsul puțului 102 sau asociat cu un alt instrument pentru utilizare într-un puț de foraj. De exemplu, controlerul 204 poate transmite un semnal pentru a acționa unul sau mai multe actuatoare 210 pentru a crește sau reduce debitul fluxului fluidului prin instrumentul pentru utilizare într-un puț de foraj 214 pentru a genera unul sau mai multe semnale de debit, fiecare dintre acestea pot corespunde unui anumit mesaj sau comunicări care urmează a se transmite către situsul puțului 102 sau un alt instrument pentru utilizare într-un puț de foraj.

În una sau mai multe variante de realizare, senzorul 216 poate fi configurat pentru a detecta cel puțin unul dintre unul sau mai multe semnale de debit. În una sau mai multe variante de realizare, senzorul 216 poate să includă, dar nu se limitează la, un senzor pentru vibrații, un senzor acustic, un senzor piezoceramic, un senzor de rezistență, un metru Coriolis, un fluxometru Doppler, un senzor de presiune, un senzor termic, orice alt senzor adecvat pentru a detecta un semnal de debit, și orice combinație a acestora. În una sau mai multe variante de realizare, senzorul 216 nu este un senzor de presiune. În anumite variante de realizare, senzorul 216 poate fi poziționat pe peretele exterior al unui tubaj de producție 114 și poate detecta fluxul de fluid în interiorul tubajului de producție 114. În una sau mai multe variante de realizare, senzorul 216 nu intră în contact cu fluidul utilizat pentru a genera semnalul de debit. În una sau mai multe variante de realizare, fluidul utilizat pentru a genera

semnalul de debit poate trece printr-un defibrator turbion pentru a crește zgomotul și capacitatea de detectare a debitului.

Senzorul 216 transformă semnalele de debit în semnale electrice care reflectă una sau mai multe caracteristici ale semnalelor de debit. Drept rezultat, diferite semnale de debit pot fi utilizate pentru a genera diferite semnale electrice. Deoarece componentele electronice integrate 202 execută instrucțiuni pe baza semnalelor electrice din senzorul 216, diferite semnale de debit pot fi utilizate pentru a determina controlerul 204 să execute diferite instrucțiuni și pentru a efectua diferite funcții ale instrumentului pentru utilizare într-un puț de foraj 214. De exemplu, într-o variantă de realizare, un semnal de debit poate determina controlerul 204 să execute o instrucțiune de a emite o comandă către un actuator 210 pentru a se deplasa într-o primă direcție, în timp ce un semnal ulterior de debit poate determina controlerul 204 să emită o comandă către actuatorul 210 pentru a se deplasa într-o a doua direcție. Într-o altă variantă de realizare, un semnal de debit poate determina componentele electronice integrate 202 să intre într-un "mod somn", suspendând utilizarea unui instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 214 pentru o perioadă de timp ca răspuns la detectarea primului semnal de flux. În anumite variante de realizare, un debit poate determina componentele electronice integrate 202 să nu răspundă la semnalele de debit pentru o perioadă de timp, sau până când senzorul 216 recepționează un semnal specific de a "trezi" componentele electronice integrate 202.

Semnalele de debit pot fi diferențiate prin caracteristicile detectabile ale semnalului de debit. O caracteristică detectabilă poate fi orice caracteristică a unui semnal de debit care poate fi detectată de senzorul 216, reținută în semnalul electric generat de senzorul 216, și recunoscută de componentele electronice integrate 202. În unele variante de realizare, caracteristicile detectabile pot fi generate prin comutarea debitului unui fluid într-un mod în care este detectabil de un senzor 216. În anumite variante de realizare, de exemplu, tipurile de caracteristici detectabile pot să includă, dar nu se limitează la, o creștere a debitului, o reducere a debitului, o pulsație, o întârziere, un timp de staționare, o durată de timp, situarea în interiorul unui interval de debite, rămânând sub o valoare de prag a debitului, depășind o valoare de prag a debitului, scăzând sub o valoare de prag a debitului, trecând de o valoare de prag a debitului, un anumit număr de repetări, un timp de creștere, alte caracteristici detectabile adecvate, și orice combinație a acestora.

Semnalele de debit pot fi simple sau complexe. În anumite variante de realizare, un semnal de debit poate cuprinde comutarea unui debit de la fără flux la un oarecare flux, sau la orice flux cuprins între. În una sau mai multe variante de realizare, un semnal de debit poate cuprinde comutarea debitului unui fluid între unul sau mai multe debite. În una sau mai multe variante de realizare, un semnal de debit poate cuprinde comutarea debitului unui fluid între cel puțin două debite. În anumite variante de realizare, un semnal de debit poate cuprinde o singură caracteristică detectabilă. În anumite variante de realizare, un semnal de debit poate cuprinde una sau mai multe caracteristici detectabile, cel puțin două caracteristici detectabile, cel puțin trei caracteristici detectabile, cel puțin patru caracteristici detectabile, sau orice alt număr de caracteristici detectabile adecvate. În una sau mai multe variante de realizare, semnalele de debit pot cuprinde una sau mai multe dintre caracteristicile detectabile identice. De exemplu, un semnal de debit poate cuprinde cel puțin două

pulsații, de aceeași magnitudine sau diferită. În unele variante de realizare, un semnal de debit poate cuprinde cel puțin două tipuri diferite de caracteristici detectabile. De exemplu, un semnal de debit care cuprinde cel puțin două caracteristici detectabile, poate fi bazat pe o pulsație și un timp de creștere.

În unele variante de realizare, un semnal de debit poate cuprinde un alt semnal de debit. De exemplu, primul semnal de debit poate cuprinde două caracteristici detectabile, și cel de-al doilea semnal de debit poate cuprinde aceleași două caracteristici detectabile ale primului semnal de debit, și o caracteristică detectabilă suplimentară. În unele variante de realizare, un prim instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 214 poate acționa unul sau mai multe actuatoare 210 ca răspuns la un prim semnal de debit, și un al doilea instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 214 poate acționa unul sau mai multe actuatoare 210 ca răspuns la un al doilea semnal de debit, în care cel de-al doilea semnal de debit cuprinde primul semnal de debit. În una sau mai multe variante de realizare, actuatoarele diferite 210, actuatoarele identice 210 sau orice combinație de actuatoare 210 sunt acționate de primul instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 214 și cel de-al doilea instrument pentru utilizare într-un puț de foraj 214.

O pulsație al debitului se poate realiza pe o perioadă discretă pe durata în care debitul este comutat de la un debit inițial la un debit comutat, și apoi readus la debitul inițial. Un debit inițial poate fi orice debit adecvat, incluzând fără flux. Un debit comutat poate fi un debit mai mare sau mai mic decât debitul inițial. O pulsație se poate realiza pe baza unei modificări absolute sau relative a debitului.

În unele variante de realizare, debitele unui semnal de debit pot fi selectate pentru a minimiza pierderea de apă și pentru a evita deteriorarea formațiunii. În unele variante de realizare, debitele semnalelor de debit pot fi de la circa 0 barili per minut (bbl/min) până la circa 120 bbl/min, de la circa 10 bbl/min până la circa 50 bbl/min, de la circa 0 bbl/min până la circa 5 bbl/min, de la circa 1 bbl/min până la circa 3 bbl/min, sau de la circa de la circa 10 bbl/min până la circa 15 bbl/min. În anumite variante de realizare, debitele semnalul de debit pot fi pe baza, cel puțin parțial, faptului dacă fluidul este produs sau injectat. De exemplu, în anumite variante de realizare, un puț poate produce circa 3 bbl/min și poate fi injectat la circa 1 bbl/min. În una sau mai multe variante de realizare, de exemplu, debitul unui semnal de debit poate varia între 0 bbl/min, 3 bbl/min, 10 bbl/min și 20 bbl/min.

Figurile 3A-D sunt grafice care descriu semnale de debit în timp pentru diferite semnale de debit. Semnalele de debit din figurile 3A-D sunt numai ilustrative și nu limitează tipurile adecvate de semnale de debit.

Figura 3A prezintă unul sau mai multe semnale de debit în care caracteristica detectabilă este bazată pe o serie de pulsații ale debitelor. În cazul semnalelor de debit pe baza pulsațiilor debitelor, componentele electronice integrate 202 pot fi configurate pentru a executa instrucțiuni ca răspuns la diferite cantități sau modele de pulsații ale debitelor. De exemplu, componentele electronice integrate 202 pot răspunde la o cantitate totală de pulsații, un anumit număr de pulsații în interiorul unei perioade de timp, o întârziere între pulsații, un anumit model de pulsații și întârzieri, sau orice semnal similar. Câteva semnale de debit posibile pot fi reprezentate de către pulsațiile descrise în figura 3A. De exemplu, semnalele de debit pe baza pulsațiilor debitelor pot să includă un total de cinci pulsații, trei pulsații

rapide în succesiune rapidă, sau o întârziere, urmată de trei pulsații rapide. Deși figura 3A prezintă un semnal de debit binar cu valori reduse și ridicate, semnalul de debit poate fi non-binar.

Figura 3B este un grafic care ilustrează semnale de debit în care caracteristica detectabilă este pe baza unui debit care depășește o valoare de prag a debitului. În cazul semnalelor de debit pe baza unei valori de prag a debitului, componentele electronice integrate 202 pot fi configurate pentru a executa instrucțiuni ca răspuns la un debit situat peste o valoare de prag a debitului, situarea în interiorul unui interval de debite, staționarea sub o valoare de prag a debitului, sau trecerea de o valoare de prag a debitului de un anumit număr de ori.

Figura 3C este un grafic care ilustrează semnale de debit în care caracteristica detectabilă este pe baza duratei de timp sau a timpului de staționare ale unuia sau mai multor debite. În cazul semnalelor de debit pe baza timpului de staționare, componentele electronice integrate 202 pot fi configurate pentru a executa instrucțiuni ca răspuns la un semnal de debit situat la, peste sau sub un debit particular pentru anumită perioadă de timp, sau ca răspuns la lipsa fluxului pentru o anumită perioadă de timp sau ambele.

Figura 3D este un grafic care ilustrează semnale de debit în care caracteristica detectabilă este pe baza creșterilor și reducerilor debitului. În anumite variante de realizare, caracteristica detectabilă poate fi numărul de modificări ale debitului, precum și durata peste care debitul se menține schimbat. Măsurarea cu acuratețe a debitului poate fi necesară pentru a detecta numărul de modificări ale debitului. În unele variante de realizare, caracteristica detectabilă poate fi în funcție de faptul dacă debitul a crescut sau s-a redus mai mult decât o valoare de prag. O astfel de caracteristică detectabilă poate fi independentă de magnitudinea absolută a creșterii sau reducerii, atât timp cât creșterea sau reducerea debitului are loc peste o valoare de prag.

În cazul instrumentelor pentru un puț de foraj 214 configurate pentru a răspunde la două sau mai multe semnale de debit, respectivele două sau mai multe semnale de debit pot fi sau pot să nu fie de același tip de semnal. De exemplu, într-o variantă de realizare, un semnal de debit poate avea loc pe baza unei valori de prag a debitului, în timp ce un alt semnal de debit poate avea loc pe baza unei serii de pulsațiilor ale debitelor. Într-o altă variantă de realizare, un semnal de debit poate avea loc pe baza unei prime valori de prag a debitului, în timp ce un alt semnal de debit poate avea loc pe baza unei valori diferite de prag a debitului.

În anumite variante de realizare, un prim instrument pentru utilizare într-un puț de foraj dispus în interiorul unui puț de foraj poate reacționa la un prim semnal de debit format într-un prim fluid și un al doilea instrument pentru utilizare într-un puț de foraj dispus în interiorul puțului de foraj poate reacționa la un al doilea semnal de debit format într-un al doilea fluid. De exemplu, într-o variantă de realizare, un prim semnal de debit poate fi generat în interiorul unui puț de foraj care penetrează cel puțin o porțiune a unei formațiuni subterane 124 prin comutarea debitului unui prim fluid și primul semnal de debit poate fi detectat la un prim instrument pentru utilizare într-un puț de foraj, în puțul de foraj. În unele variante de realizare, un al doilea semnal de debit poate fi generat în interiorul puțului de foraj prin alertarea debitului unui al doilea fluid și cel de-al doilea semnal de debit poate fi detectat la un al doilea

instrument pentru utilizare într-un puț de foraj, în puțul de foraj. Primul fluid și cel de-al doilea fluid pot fi fluide identice sau diferite.

Semnalele de debit se pot realiza pe baza unor debite absolute sau debite relative sau ambele. În anumite variante de realizare, un semnal relativ de debit poate cuprinde o creștere sau reducere procentuală cu referire la un debit în stare stabilă. Semnalele debitelor relative pot să cuprindă componente de pulsații, valori de prag, timp de staționare pe baza unui flux în stare stabilă sau orice combinație a acestora. De exemplu, în unele variante de realizare, un semnal de debit relativ poate cuprinde unul sau mai multe pulsații ale unei creșteri de 10% peste un debit în stare stabilă.

Componentele electronice integrate 202, de asemenea, pot lua în considerare o ordine în care semnalele de debit sau caracteristicile detectabile sau ambele sunt recepționate de componentele electronice integrate 202. De exemplu, componentele electronice integrate 202 pot răspunde la un semnal de debit pe baza pulsațiilor debitelor dar numai după ce detectează inițial un alt semnal de debit pe baza unei valori de prag a debitului.

Figura 4A prezintă o porțiune a unui puț de foraj orizontal având tubajul de producție 114 pe este dispusă o serie de instrumente pentru un puț de foraj 604A-D și 606A-C. Instrumentele pentru un puț de foraj 604A-D și 606A-C pot să includă patru pachere 604A-D și trei instrumente cu manșon culisant 606A-C sau orice altă configurație adecvată a pacherelor 604 și instrumentelor cu manșon 606.

Figurile 4B și 4C sunt fiecare vederi detaliate ale instrumentului cu manșon culisant 606A. Figura 4B prezintă instrumentul cu manșon culisant 606A într-o configurație închisă, în timp ce figura 4C prezintă instrumentul cu manșon culisant 606A într-o configurație deschisă. Deoarece instrumentele cu manșon culisant 606A-C sunt substanțial aceleași, descrierea structurii și utilizarea instrumentului cu manșon culisant 606A, de mai jos, în general, se aplică altor instrumente cu manșon culisant 606B-C.

Astfel cum s-a descris în figura 4B, instrumentul cu manșon culisant 606A include un actuator 614 și componente electronice integrate 608, care include în plus un senzor 609. Senzorul 609 poate fi configurat pentru a detecta unul sau mai multe semnale de debit. Instrumentul cu manșon culisant 606A include în plus un deflector care se poate închide 615. Deflectorul 615 este configurat pentru a se închide atunci când fluidul este introdus într-o cameră 616 în spatele deflectorului 615.

Instrumentul cu manșon culisant 606A include o serie de orificii de comunicare 620 în jurul circumferinței acestuia. Orificiile de comunicare 620 permit fluidului să curgă între tubajul de producție 114 și formațiunea 124 atunci când instrumentul cu manșon culisant 606A se află în configurația deschisă, astfel cum s-a descris în figura 4C. În anumite variante de realizare, instrumentul cu manșon culisant 606A poate cuprinde un manșon 622, care se poate deplasa dintr-o configurație închisă în configurația deschisă ca răspuns la unul sau mai multe semnale de debit.

Prin configurarea instrumentelor cu manșon culisant 606A-C astfel cum s-a descris, instrumentele cu manșon culisant 606A-C pot fi deschise secvențial. Acest lucru permite finisarea secvențială a zonelor de producție 120A-F adiacente fiecărui

instrument cu manșon culisant 606A-C. Pentru a deplasa manșonul 622 din configurația închisă în configurația deschisă, este aruncată, injectată sau lansată o bilă 624 în puțul de foraj sau un semnal de debit pentru semnalizarea manșonului 622. În cazul în care defletoarele 615 sunt în configurația deschisă, o bilă 624 poate trece prin instrumentul cu manșon culisant 606A și poate coborî mai departe în puțul de foraj. Totuși, în cazul în care deflectorul 615 este închis, o bilă 624 poate fi prinsă de acesta și etanșată la deflectorul 615.

Pe măsură ce fluidul este pompat în puțul de foraj, bila 624 împiedică fluidul să curgă prin instrumentul cu manșon culisant 606A. Acest lucru determină ca presiunea hidraulică să se acumuleze în spatele bilei 624, exercitând o forță pe bila 624 și deflectorul 615. Pe măsură ce presiunea continuă să se acumuleze, forța devine, eventual, suficientă pentru a culisa manșonul 622 în configurația deschisă a acestuia, expunând orificiile 620.

În unele variante de realizare, semnalele de debit pot comanda inițierea defletoarelor 615 din interiorul unuia sau mai multor instrumente cu manșon culisant 606A-C. Inițierea defletoarelor 615 poate determina o bilă 624 să cadă pe un deflector particular 615, să aibă o configurație particulară de clustere deasupra bilei căzute 624, sau ambele. În unele variante de realizare, unul sau mai multe semnale de debit pot fi utilizate pentru a emite semnale către diferite instrumente de manșon culisant 606A-C pentru a deschide și a se închide, eliminând nevoia de a utiliza o bilă 624. În anumite variante de realizare, unul sau mai multe semnale de debit pot fi utilizate pentru a emite semnale către un instrument cu manșon culisant 606 situat mai sus pentru a se deschide și către un instrument cu manșon culisant 606 de mai jos pentru a se închide. În unele variante de realizare, un semnal de debit poate comanda un instrument cu manșon culisant 606 pentru a se deschide și unei supape cu clapetă pentru a se închide. Unul sau mai multe semnale de debit pot dirija o combinație de defletoare 615 și instrumente cu manșon culisant 606 se se inițieze în anumite configurații.

În anumite variante de realizare, o operație de finisare poate necesita doar un semnal de debit pentru fiecare instrument cu manșon culisant 606. În unele variante de realizare, poate fi necesar ca instrumentele cu manșon culisant 606 să îndeplinească și alte funcții și pot fi necesare semnale de debit suplimentare. În cazul în care este efectuată o operație care necesită modificări ale debitelor care sunt similare cu un semnal de debit recunoscut de un instrument cu manșon culisant 606, o astfel de operație poate determina componentele electronice integrate 608 ale unui instrument cu manșon culisant 606 să detecteze semnalele false și să acționeze necorespunzător.

Pentru a preveni acționarea necorespunzătoare, instrumentele cu manșon culisant 606 pot fi configurate pentru a răspunde la un semnal de debit comutator care comută instrumentul cu manșon culisant 606 în și dintr-un mod "hibernare". Pe durata modului de hibernare, toate funcțiile instrumentului cu manșon culisant 606, incluzând acționarea ca răspuns la semnale de debit, sunt suspendate până când semnalul de debit de comutare este utilizat pentru a "trezi" instrumentul cu manșon culisant. O alternativă la modul de hibernare este ca instrumentele cu manșon culisant să răspundă la un semnal de debit de resetare prin auto-resetarea acestora. În anumite variante de realizare, resetarea poate fi o resetare a componentelor logice din componentele electronice integrate 608. În mod specific, un semnal de

debit poate fi utilizat pentru a reseta detectarea semnalelor de debit pentru unul sau mai multe dintre instrumentele cu manșon culisant 606.

Figura 5 este o diagramă de flux a unei metode în conformitate cu anumite variante de realizare ale prezentei dezvoltării. Etapele metode 500 pot fi efectuate prin diferite programe de calculator medii netranzitorii care pot fi citite de calculator, care pot să includă instrucțiuni care pot fi utilizate pentru a realiza, atunci când sunt executate, una sau mai multe dintre etapele descrise mai jos. Programele și mediile care pot fi citite de calculator pot fi configurate pentru a dirija un procesor sau altă unitate adecvată pentru a prelua și executa instrucțiunile de la mediile care pot fi citite de calculator.

În etapa 501, un prim semnal de debit este generat în interiorul unui puț de foraj care penetrează cel puțin o porțiune a unei formațiuni subterane 124. De exemplu, astfel cum s-a discutat în legătură cu Figura 1, un element de control al fluxului din puț 122, un operator, sau ambii pot modifica debitul fluidului din puțul de foraj. Elementul de control al fluxului din puț 122, operatorul, sau ambii pot fi configurați pentru a genera unul sau mai multe semnale de debit. Primul semnal de debit poate cuprinde cel puțin două caracteristici detectabile, astfel cum s-a discutat mai sus. În anumite variante de realizare, primul semnal de debit se poate baza pe pulsații ale debitului, pe debit care depășește o valoare de prag a debitului, pe o perioadă de timp sau de staționare la un debit, sau orice combinație a acestora, astfel cum s-a discutat mai sus cu referire la Figurile 3A-C.

În etapa 502, un prim semnal de debit poate fi detectat la un prim instrument pentru utilizare în puțul de foraj 214 dispus în interiorul puțului de foraj. Primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj 214 poate fi situat la distanță de elementul de control al fluxului din puț 122, operator, sau ambii care au comutat debitul fluidului. Astfel cum s-a discutat mai sus cu referire la Figura 1, primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj 214 poate să includă un senzor care are capacitatea de recepta sau detecta o modificare a unui parametru legat de fluidul care circulă prin puțul de foraj.

În etapa 503, primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj este acționat ca răspuns la detectarea primului semnal de debit. De exemplu, astfel cum s-a discutat în legătură cu Figura 2, un senzor 216 poate transmite un signal pentru un controler 204 care indică detectarea primului semnal de debit. Controlerul 204 poate acționa unul sau mai multe actuatore 210 ale primului instrument pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la primul semnal de debit. De exemplu, în anumite variante de realizare, primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj poate fi un instrument cu manșon culisant 606 și acționarea poate comuta instrumentul cu manșon culisant 606 dintr-o configurație închisă într-o configurație deschisă, sau dintr-o configurație deschisă într-o configurație închisă, ca răspuns la detectarea primului semnal de debit. În unele variante de realizare, metoda 500 poate cuprinde suplimentar etapele 504-506.

În etapa 504, unui al doilea semnal de debit poate fi generat în interiorul puțului de foraj prin comutarea debitului fluidului din puțul de foraj. Astfel cum s-a discutat mai sus cu referire la etapa 501, elementul de control al fluxului din puț 122, operatorul, sau ambii, pot controla debitul fluidului pentru a genera semnalul de debit. Al doilea semnal de debit poate cuprinde o singură caracteristică detectabilă, cel puțin două

caracteristici detectabile, cel puțin trei caracteristici detectabile, sau orice număr adecvat de caracteristici detectabile.

În etapa 505, un al doilea semnal de debit poate fi detectat la un al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj dispus în interiorul puțului de foraj, similar cu etapa 502. Cel de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj poate fi situat la distanță de elementul de control al fluxului din puț 122, sau față de operator sau de ambii, care au comutat debitul fluidului. Astfel cum s-a tratat mai sus cu referire la Figura 2, cel de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj poate să includă un senzor 216 care are capacitatea de a recepta sau detecta o modificare a unui parametru legat de fluidul care circulă în puțul de foraj.

În etapa 506, cel de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj este acționat ca răspuns la detectarea primului semnal de debit. De exemplu, așa cum s-a discutat în legătură cu Figura 2, un senzor 216 poate transmite un signal pentru un controler 204, care indică detectarea celui de-al doilea semnal de debit. Controlerul 204 poate acționa unul sau mai multe actuatore 210 ale celui de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la al doilea semnal de debit. Cel de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj poate fi același tip, sau un tip diferit de instrument față de primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj. În anumite variante de realizare, de exemplu, primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj poate fi un instrument cu manșon culisant 606 și cel de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj poate fi o supapă, și primul sau al doilea semnal de debit sau ambele pot funcționa în sensul acționării instrumentului cu manșon culisant 606 și a supapei pentru a efectua o operație în puțul de foraj, cum ar fi fracturarea.

La metoda 500 pot fi făcute modificări, adăugiri, omisiuni, fără a se îndepărta de la scopul prezentei dezvoltări. De exemplu, ordinea etapelor poate fi efectuată în alt mod decât cel descris și unele etape pot fi desfășurate în același timp. Mai mult, fiecare etapă individuală poate să includă etape suplimentare fără a se îndepărta de la scopul prezentei dezvoltări.

O variantă de realizare conform prezentei dezvoltări este o metodă care cuprinde: generarea un prim semnal de debit în interiorul unui puț de foraj prin comutarea debitului unui prim fluid din puțul de foraj, în care primul semnal de debit cuprinde cel puțin două caracteristici detectabile; detectarea primului semnal de debit la un prim instrument pentru utilizare în puțul de foraj dispus în interiorul puțului de foraj; și acționarea primului instrument pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la detectarea primului semnal de debit.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în paragraful precedent, metoda mai cuprinde: generarea unui al doilea semnal de debit în interiorul puțului de foraj prin comutarea debitului unui al doilea fluid din puțul de foraj; detectarea celui de-al doilea semnal de debit la un al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj dispus în interiorul puțului de foraj; și acționarea celui de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la detectarea celui de-al doilea semnal de debit. În anumite variante de realizare, primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj este un instrument cu manșon culisant și cel de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj este o supapă sau un deflector. În unele variante de realizare, primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj și cel de-al



doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj sunt instrumente cu manșon culisant.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în paragraful precedent, al doilea semnal de debit este același cu primul semnal de debit.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în precedentele două paragrafe, primul fluid este același cu cel de-al doilea fluid.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în precedentele patru paragrafe, fiecare dintre respectivele cel puțin două caracteristici detectabile cuprinde unul sau mai multe dintre o creștere a debitului, o scădere a debitului, o pulsație, o întârziere, un timp de staționare, o durată de timp, situarea în interiorul unui interval de valori ale debitului, rămânerea sub un prag al valorii debitului, depășirea unei valori de prag a debitului, scăderea sub o valoare de prag a debitului, depășirea unei valori de prag a debitului de un anumit număr de ori, și un timp de creștere.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în precedentele cinci paragrafe, primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj este un instrument cu manșon culisant.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în paragraful precedent, acționarea cuprinde comutarea instrumentului cu manșon culisant dintr-o configurație închisă într-o configurație deschisă.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în precedentele două paragrafe, metoda mai cuprinde detectarea primului semnal de debit la o supapă dispusă în interiorul puțului de foraj și acționarea supapei ca răspuns la detectarea primului semnal de debit la nivelul supapei.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în precedentele opt paragrafe, primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj cuprinde unul sau mai multe dintre un senzor cu vibrații, un senzor acustic, un senzor piezoceramic, un senzor rezistiv, un debitmetru Coriolis și un debitmetru Doppler.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în cele nouă paragrafe precedente, metoda mai cuprinde suspendarea funcționării primului instrument pentru utilizare în puțul de foraj pentru o perioadă de timp ca răspuns la detectarea primului semnal de debit.

O altă variantă de realizare conform prezentei dezvoltări este un sistem care cuprinde: un element de control al fluxului din puț configurat pentru a genera unul sau mai multe semnale de debit care cuprind cel puțin două caracteristici detectabile într-un puț de foraj; și un instrument pentru utilizare în puțul de foraj dispus în puțul de foraj, care cuprinde: unul sau mai multe actuatore; un senzor configurat pentru a detecta cel puțin unul dintre respectivele unul sau mai multe semnale de debit; și un controler cuplat la senzor și la respectivele unul sau mai multe actuatore și configurat pentru a acționa instrumentul pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la cel puțin unul dintre respectivele unul sau mai multe semnale de debit.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în paragraful precedent, sistemul mai cuprinde o coloană de producție dispusă în interiorul puțului de foraj, la care este cuplat instrumentul pentru utilizare în puțul de foraj.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în cele două paragrafe precedente, instrumentul pentru utilizare în puțul de foraj este selectat din grupul constând din un instrument cu manșon culisant, un pachet, și o supapă.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în cele trei paragrafe precedente, fiecare dintre respectivele cel puțin două caracteristici detectabile cuprinde unul sau mai multe dintre o creștere a debitului, o scădere a debitului, o pulsație, o întârziere, un timp de staționare, o durată de timp, situarea în interiorul unui interval de valori ale debitului, rămânerea sub un prag al valorii debitului, depășirea unei valori de prag a debitului, scăderea sub o valoare de prag a debitului, depășirea unei valori de prag a debitului de un anumit număr de ori, și un timp de creștere.

O altă variantă de realizare a prezentei dezvoltări este un sistem care cuprinde: un element de control al fluxului din puț configurat pentru a genera unul sau mai multe semnale de debit care cuprind cel puțin două caracteristici detectabile într-un puț de foraj; și o multitudine de instrumente pentru puțul de foraj dispuse în puțul de foraj, în care fiecare dintre multitudinea de instrumente pentru utilizare în puțul de foraj cuprinde: unul sau mai multe actuatori; un senzor configurat pentru a detecta cel puțin unul dintre respectivele unul sau mai multe semnale de debit al fluxului; și un controler cuplat la senzor și la respectivele unul sau mai multe actuatori și controlerul configurat pentru a acționa instrumentul pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la cel puțin unul dintre respectivele unul sau mai multe semnale de debit.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în paragraful precedent, sistemul mai cuprinde o coloană de producție dispusă în interiorul puțului de foraj, la care sunt cuplate multitudinea de instrumente pentru puțul de foraj.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în cele două paragrafe precedente, fiecare dintre multitudinea de instrumente pentru puțul de foraj sunt selectate din grupul constând din: un instrument cu manșon culisant, un pachet, și o supapă.

În una sau mai multe variante de realizare descrise în cele trei paragrafe precedente, fiecare dintre respectivele cel puțin două caracteristici detectabile cuprinde una sau mai multe dintre o creștere a debitului, o scădere a debitului, o pulsație, o întârziere, un timp de staționare, o durată de timp, situarea în interiorul unui interval de valori ale debitului, rămânerea sub un prag al valorii debitului, depășirea unei valori de prag a debitului, scăderea sub o valoare de prag a debitului, depășirea unei valori de prag a debitului de un anumit număr de ori, și un timp de creștere.

În consecință, prezenta dezvoltare este bine adaptată pentru atingerea obiectivelor și avantajelor menționate, precum și a celor care sunt inerente din acestea. Variantele de realizare particulare dezvoltate mai sus sunt doar ilustrative, deoarece prezenta dezvoltare poate fi comutată și pusă în aplicare în moduri diferite, dar echivalente,

evidente pentru persoanele de specialitate în domeniu având beneficiul învățăturilor din prezentul document. Deși pot fi aduse numeroase modificări de către persoanele de specialitate în domeniu, aceste modificări sunt cuprinse în domeniul de aplicare al obiectului definit de revendicările anexate. Mai mult, nu sunt avute în vedere niciun fel de limitări ale detaliilor de construcție sau design prezentate aici, altele decât cele descrise în revendicările de mai jos. Este, deci, evident că variantele de realizare ilustrative particulare dezvăluite mai sus pot fi amendate sau comutate și că toate aceste variații sunt considerate ca făcând parte din domeniul de aplicare și spiritul prezentei dezvăluiri. În particular, orice interval de valori (de exemplu, "de la circa a până la circa b," sau, în mod echivalent, "de la aproximativ a până la b," sau, în mod echivalent, "de la aproximativ a-b") dezvăluit în prezentul document trebuie înțeles ca referindu-se la mulțimea agregată (mulțimea tuturor submulțimilor) a respectivului interval de valori. Termenii din revendicări au semnificația lor deplină, obișnuită, dacă nu sunt definiți altfel în mod explicit și clar de către titularul brevetului.

Revendicări:**1. Metodă care cuprinde:**

generarea un prim semnal de debit în interiorul unui puț de foraj prin comutarea debitului unui prim fluid din puțul de foraj, în care primul semnal de debit cuprinde cel puțin două caracteristici detectabile;

detectarea primului semnal de debit la un prim instrument pentru utilizare în puțul de foraj dispus în interiorul puțului de foraj; și

acționarea primului instrument pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la detectarea primului semnal de debit.

2. Metodă conform revendicării 1, care mai cuprinde:

generarea unui al doilea semnal de debit în interiorul puțului de foraj prin comutarea debitului unui al doilea fluid din puțul de foraj;

detectarea celui de-al doilea semnal de debit la un al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj dispus în interiorul puțului de foraj; și

acționarea celui de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la detectarea celui de-al doilea semnal de debit.

3. Metodă conform revendicării 2, în care al doilea semnal de debit este același cu primul semnal de debit.**4. Metodă conform revendicării 2, în care primul fluid este același cu cel de-al doilea fluid.**

5. Metodă conform revendicării 1, în care fiecare dintre respectivele cel puțin două caracteristici detectabile cuprind una sau mai multe dintre o creștere a debitului, o scădere a debitului, o pulsație, o întârziere, un timp de staționare, o durată de timp, situarea în interiorul unui interval de valori ale debitului, rămânerea sub un prag al valorii debitului, depășirea unei valori de prag a debitului, scăderea sub o valoare de prag a debitului, depășirea unei valori de prag a debitului de un anumit număr de ori, și o perioadă de creștere.

6. Metodă conform revendicării 1, în care primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj este un instrument cu manșon culisant.

7. Metodă conform revendicării 6, în care acționarea cuprinde comutarea instrumentului cu manșon culisant dintr-o configurație închisă într-o configurație deschisă.

8. Metodă conform revendicării 6, care mai cuprinde detectarea primului semnal de debit la o supapă dispusă în interiorul puțului de foraj și acționarea supapei ca răspuns la detectarea primului semnal de debit la nivelul supapei.

9. Metodă conform revendicării 2, în care primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj este un instrument cu manșon culisant și cel de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj este o supapă sau un deflector.

10. Metodă conform revendicării 2, în care primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj și cel de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj sunt instrumente cu manșon culisant.

11. Metodă conform revendicării 1, în care primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj cuprinde unul sau mai multe dintre un senzor cu vibrații, un senzor acustic, un senzor piezoceramic, un senzor rezistiv, un debitmetru Coriolis și un debitmetru Doppler.

12. Metodă conform revendicării 1, care mai cuprinde suspendarea funcționării primului instrument pentru utilizare în puțul de foraj pentru o perioadă de timp ca răspuns la detectarea primului semnal de debit.

13. Sistem care cuprinde:

un element de control al fluxului din puț configurat pentru a genera unul sau mai multe semnale de debit cuprinzând cel puțin două caracteristici detectabile într-un puț de foraj; și

un instrument pentru utilizare în puțul de foraj dispus în puțul de foraj, care cuprinde:

unul sau mai multe actuatoare;

un senzor configurat pentru a detecta cel puțin unul dintre numitele unul sau mai multe semnale de debit; și

un controler cuplat la senzor și la respectivele unul sau mai multe actuatoare și configurat pentru a acționa instrumentul pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la cel puțin unul dintre unul sau mai multe semnale de debit.

14. Sistem conform revendicării 13, care mai cuprinde o coloană de producție dispusă în interiorul puțului de foraj la care este cuplat instrumentul pentru utilizare în puțul de foraj.

15. Sistem conform revendicării 13, în care instrumentul pentru utilizare în puțul de foraj este selectat din grupul constând din un instrument cu manșon culisant, un pacher, și o supapă.

16. Metodă conform revendicării 13, în care fiecare dintre respectivele cel puțin două caracteristici detectabile cuprind unul sau mai multe dintr-o creștere a debitului, o scădere a debitului, o pulsație, o întârziere, un timp de staționare, o perioadă de timp, situarea în interiorul unui interval de valori ale debitului, rămânerea sub un prag al valorii debitului, depășirea unei valori de prag a debitului, scăderea sub o valoare de prag a debitului, depășirea unei valori de prag a debitului de un anumit număr de ori, și un timp de creștere.

17. Sistem care cuprinde:

un element de control al fluxului din puț configurat pentru a genera unul sau mai multe semnale de debit, care cuprinde cel puțin două caracteristici detectabile într-un puț de foraj; și

o multitudine de instrumente pentru un puț de foraj dispuse în puțul de foraj, în care fiecare dintre multitudinea de instrumente pentru utilizare în puțul de foraj cuprinde:

unul sau mai multe actuatoare;

un senzor configurat pentru a detecta cel puțin unul dintre respectivele unul sau mai multe semnale de debit; și

un controler cuplat la senzor și la respectivele unul sau mai multe actuatoare și controlerul configurat pentru a acționa instrumentul pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la cel puțin unul dintre respectivele unul sau mai multe semnale de debit.

18. Sistem conform revendicării 17, care mai cuprinde o coloană de producție dispusă în interiorul puțului de foraj, la care sunt cuplate multitudinea de instrumente pentru puțul de foraj.

19. Sistem conform revendicării 17, în care fiecare dintre multitudinea de instrumente pentru puțul de foraj sunt selectate din grupul constând din: un instrument cu manșon culisant, un pacher, și o supapă.

20. Sistem conform revendicării 17, în care fiecare dintre respectivele cel puțin două caracteristici detectabile cuprinde unul sau mai multe dintre o creștere a debitului, o scădere a debitului, o pulsație, o întârziere, un tip de staționare, o durată de timp, situarea în interiorul unui interval de valori ale debitului, rămânerea sub un prag al valorii debitului, depășirea unei valori de prag a debitului, scăderea sub o valoare de prag a debitului, depășirea unei valori de prag a debitului de un anumit număr de ori, și un timp de creștere.

SET DE REVENDICĂRI REDUSE (15 REVENDICĂRI)**Revendicări:****1. Metodă care cuprinde:**

generarea un prim semnal de debit în interiorul unui puț de foraj prin modificarea debitului unui prim fluid din puțul de foraj, în care primul semnal de debit cuprinde cel puțin două caracteristici detectabile;

detectarea primului semnal de debit la un prim instrument pentru utilizare în puțul de foraj dispus în interiorul puțului de foraj; și

acționarea primului instrument pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la detectarea primului semnal de debit.

2. Metodă conform revendicării 1, care mai cuprinde:

generarea unui al doilea semnal de debit în interiorul puțului de foraj prin modificarea debitului unui al doilea fluid din puțul de foraj;

detectarea celui de-al doilea semnal de debit la un al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj dispus în interiorul puțului de foraj; și

acționarea celui de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la detectarea celui de-al doilea semnal de debit.

3. Metodă conform revendicării 2, în care cel puțin unul dintre cel de-al doilea semnal de debit este același cu primul semnal de debit și primul fluid este același cu cel de-al doilea fluid.

4. Metodă conform revendicării 1 sau 2, în care fiecare dintre respectivele cel puțin două caracteristici detectabile cuprind una sau mai multe dintre o creștere a debitului, o scădere a debitului, un impuls, o întârziere, un timp de staționare, o durată de timp, situarea în interiorul unui interval de valori ale debitului, rămânerea sub un prag al valorii debitului, depășirea unei valori de prag a debitului, scăderea sub o valoare de prag a debitului, depășirea unei valori de prag a debitului de un anumit număr de ori, și o perioadă de creștere.

5. Metodă conform revendicării 1 sau 2, în care primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj este un instrument cu manșon culisant.

6. Metodă conform revendicării 5, în care acționarea cuprinde comutarea instrumentului cu manșon culisant dintr-o configurație închisă într-o configurație deschisă.

7. Metodă conform revendicării 5, care mai cuprinde detectarea primului semnal de debit la o supapă dispusă în interiorul puțului de foraj și acționarea supapei ca răspuns la detectarea primului semnal de debit la nivelul supapei.

8. Metodă conform revendicării 2, în care primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj este un instrument cu manșon culisant și cel de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj este o supapă sau un deflector.

9. Metodă conform revendicării 2, în care primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj și cel de-al doilea instrument pentru utilizare în puțul de foraj sunt instrumente cu manșon culisant.

10. Metodă conform revendicării 1 sau 2, în care primul instrument pentru utilizare în puțul de foraj cuprinde unul sau mai multe dintre un senzor cu vibrații, un senzor acustic, un senzor piezoceramic, un senzor rezistiv, un debitmetru Coriolis și un debitmetru Doppler.

11. Metodă conform revendicării 1 sau 2, care mai cuprinde suspendarea funcționării primului instrument pentru utilizare în puțul de foraj pentru o perioadă de timp ca răspuns la detectarea primului semnal de debit.

12. Sistem care cuprinde:

un element de control al fluxului din puț configurat pentru a genera unul sau mai multe semnale de debit cuprinzând cel puțin două caracteristici detectabile într-un puț de foraj; și

un instrument pentru utilizare în puțul de foraj dispus în puțul de foraj, care cuprinde:

unul sau mai multe actuatoare;

un senzor configurat pentru a detecta cel puțin unul dintre numitele unul sau mai multe semnale de debit; și

un controler cuplat la senzor și la respectivele unul sau mai multe actuatoare și configurat pentru a acționa instrumentul pentru utilizare în puțul de foraj ca răspuns la cel puțin unul dintre unul sau mai multe semnale de debit.

13. Sistem conform revendicării 12, care mai cuprinde o coloană de producție dispusă în interiorul puțului de foraj la care este cuplat instrumentul pentru utilizare în puțul de foraj.

14. Sistem conform revendicării 12, în care instrumentul pentru utilizare în puțul de foraj este selectat din grupul constând din un instrument cu manșon culisant, un pacher, și o supapă.

15. Metodă conform oricăreia dintre revendicările 12-14, în care fiecare dintre respectivele cel puțin două caracteristici detectabile cuprind unul sau mai multe dintr-o creștere a debitului, o scădere a debitului, un impuls, o întârziere, un timp de staționare, o perioadă de timp, situarea în interiorul unui interval de valori ale debitului, rămânerea sub un prag al valorii debitului, depășirea unei valori de prag a debitului, scăderea sub o valoare de prag a debitului, depășirea unei valori de prag a debitului de un anumit număr de ori, și un timp de creștere.

2

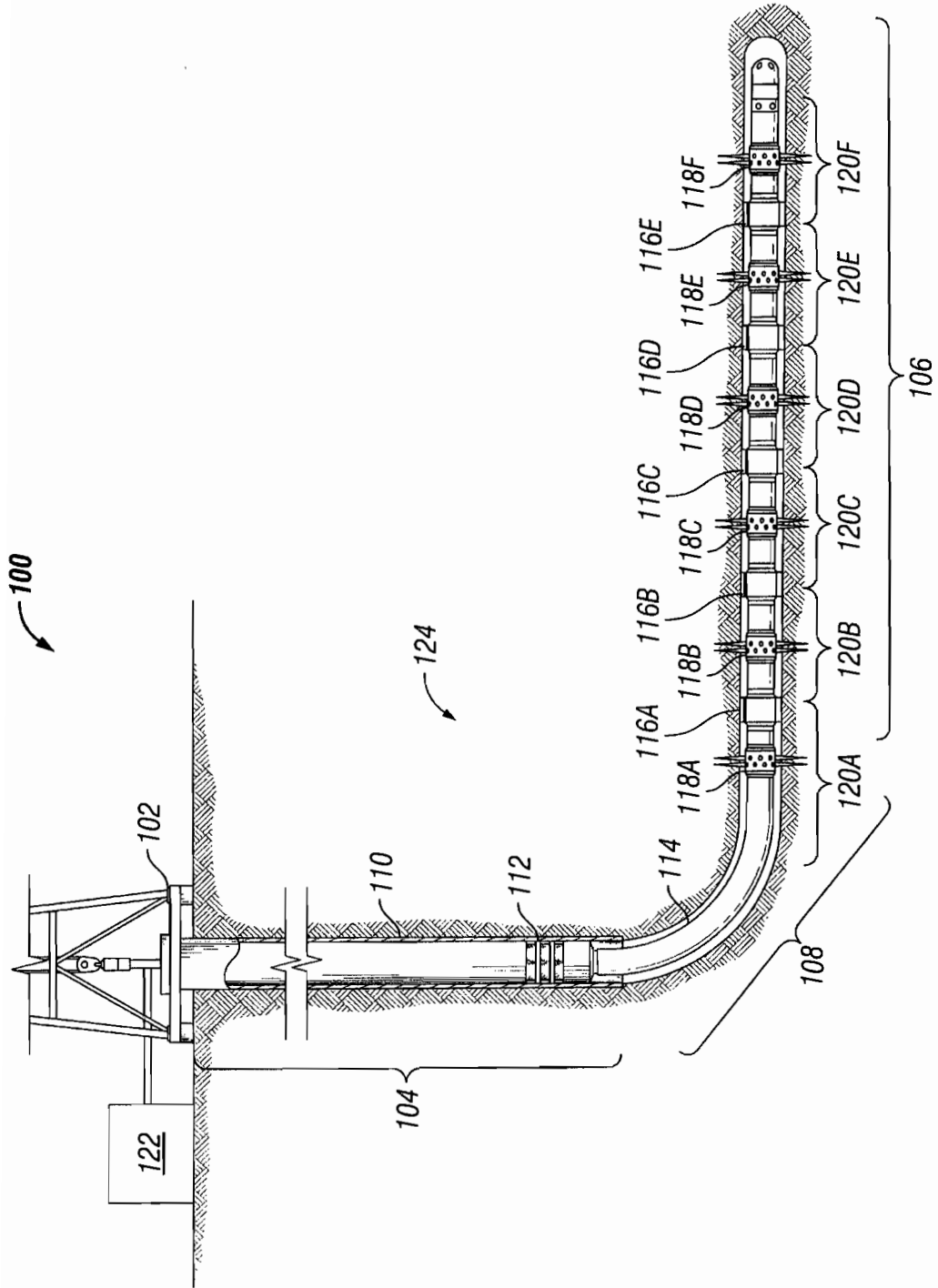


FIG. 1

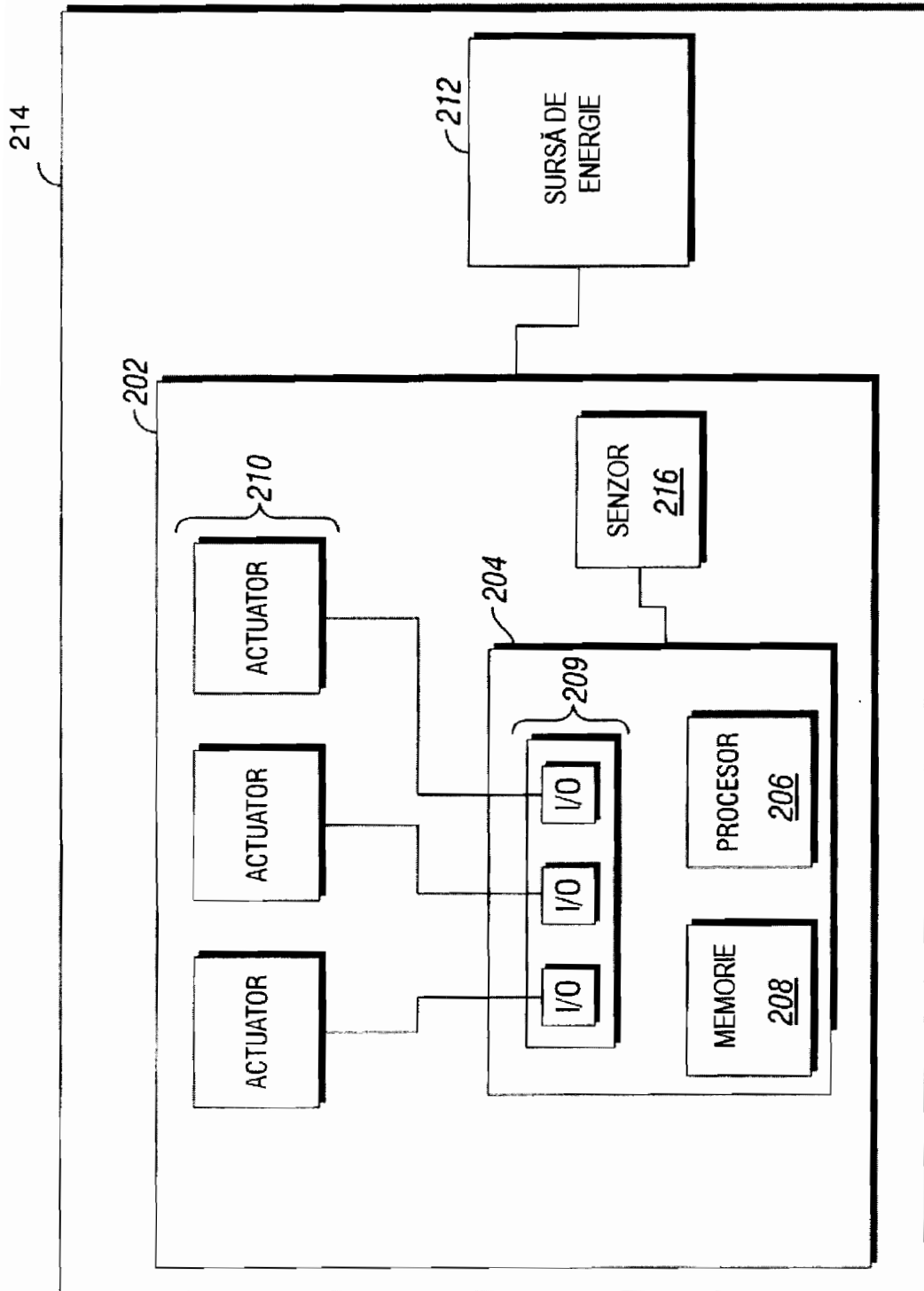


FIG. 2

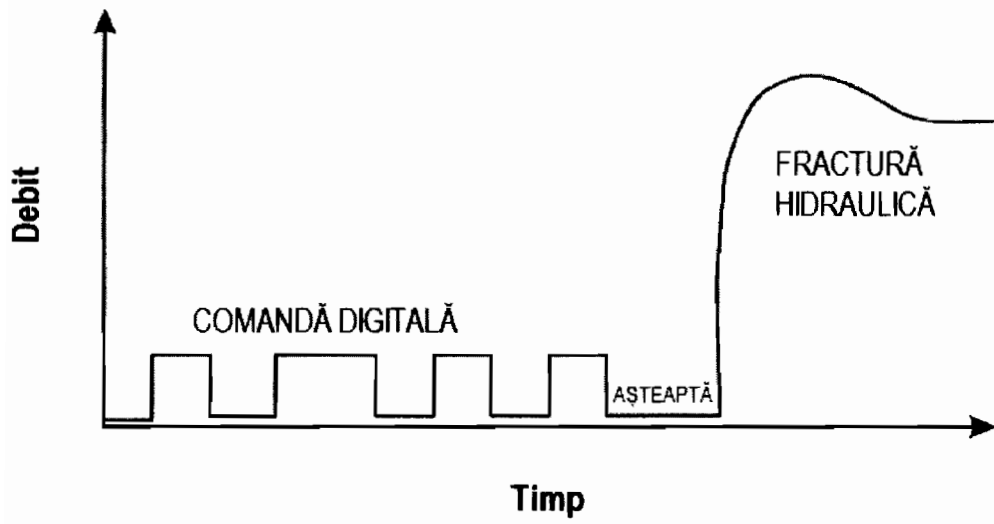


FIG. 3A

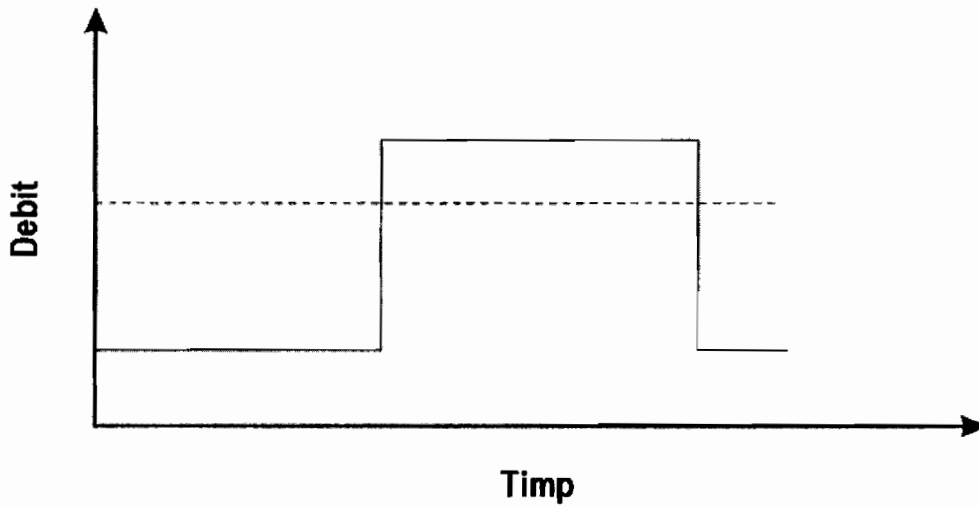


FIG. 3B

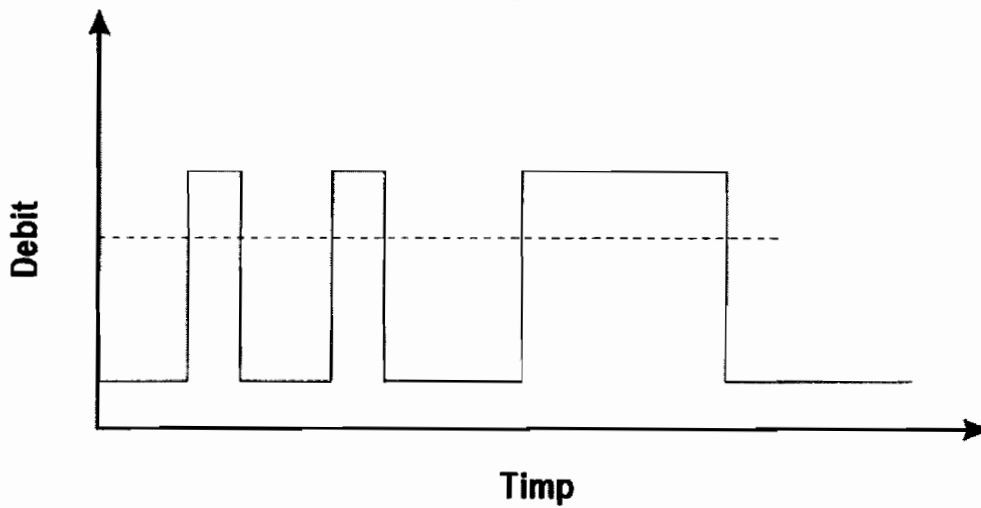


FIG. 3C

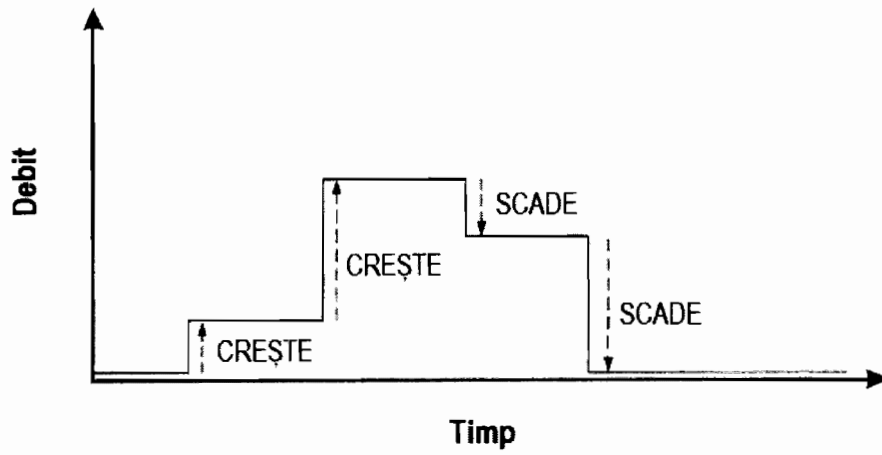


FIG. 3D

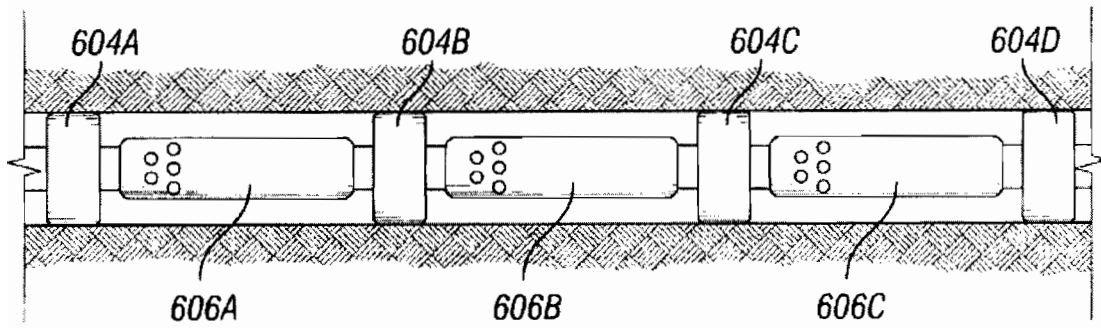


FIG. 4A

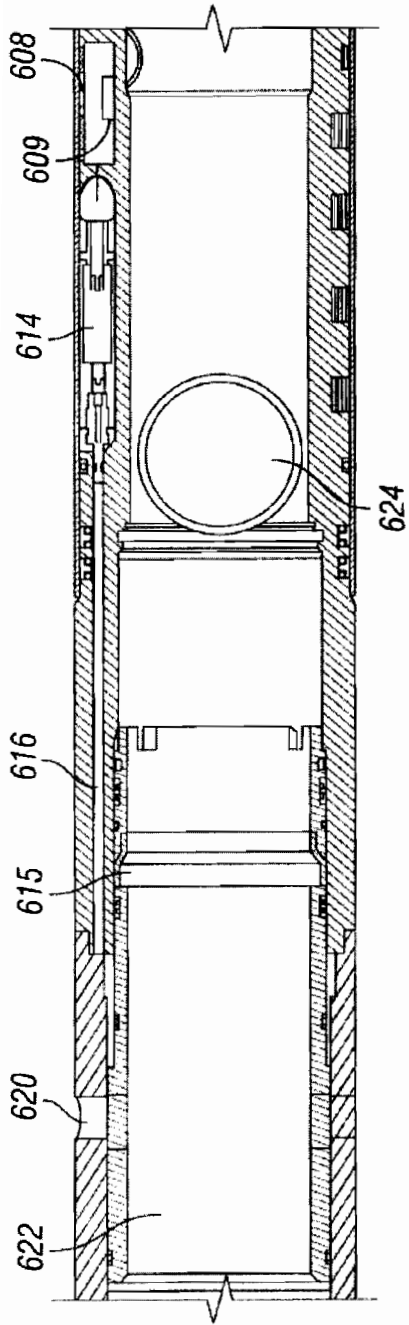


FIG. 4B

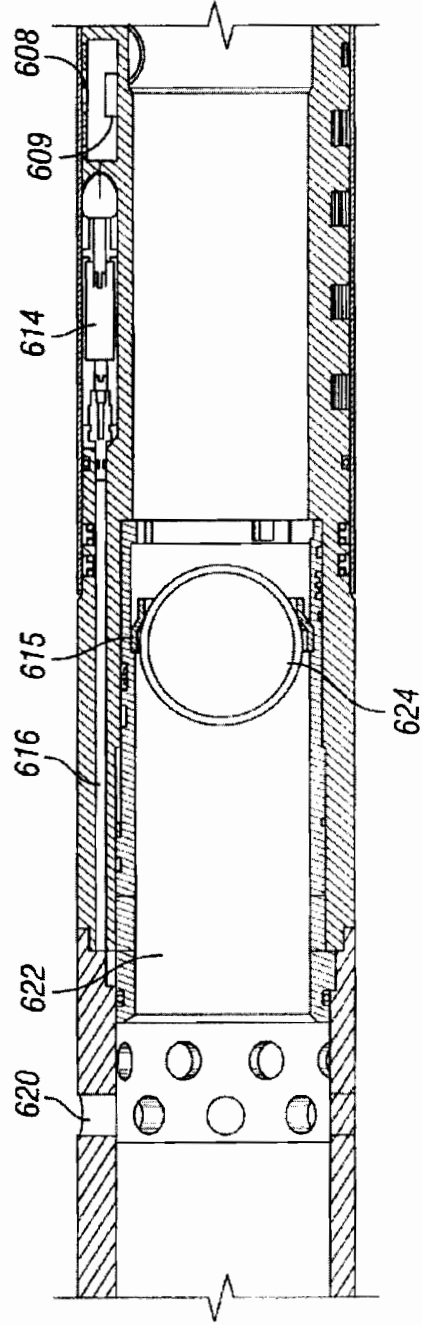
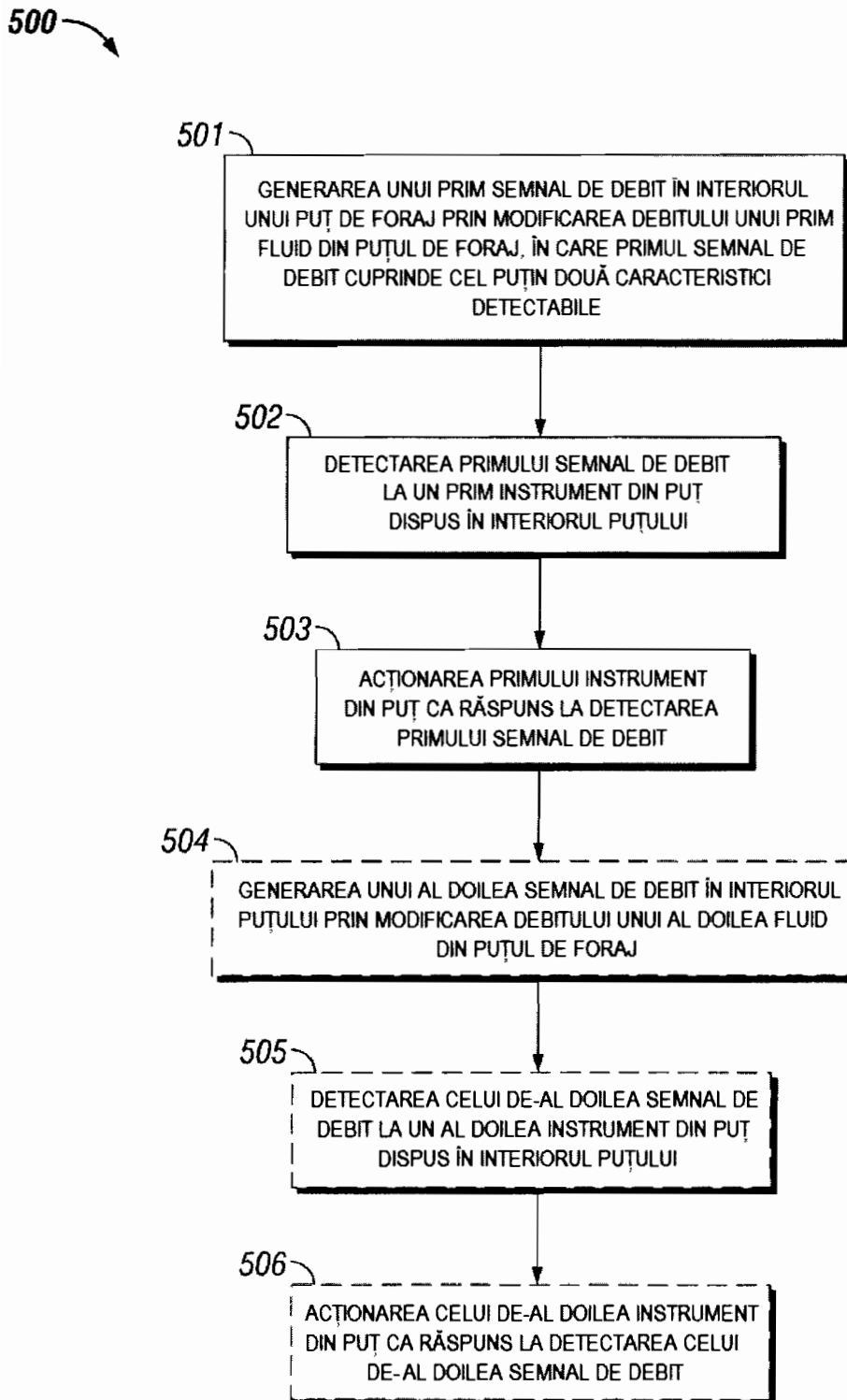


FIG. 4C

**FIG. 5**