



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00059

(22) Data de depozit: 07/09/2016

(41) Data publicării cererii:  
30/08/2019 BOPi nr. 8/2019

(86) Cerere internațională PCT:  
Nr. US 2016/050507 07/09/2016

(87) Publicare internațională:  
Nr. WO 2018/048392 15/03/2018

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

(72) Inventatori:  
• WALTON ZACHARY WILLIAM, 2204  
SOUTHERN COURT., CARROLLTON,  
75006, TEXAS, US;

• KYLE DONALD G., 3000 N. SAM HOUSTON  
PARKWAY E., HOUSTON, 77032-3219,  
TEXAS, US;  
• MERRON MATTHEW JAMES,  
2705 CARMEL, 75006, CARROLLTON, US;  
• FRIPP MICHAEL LINLEY, 3826  
CEMETERY HILL RD., CARROLLTON,  
75006, TEXAS, US

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

(54) DETECTAREA SEMNALULUI ADAPTIV  
PENTRU COMUNICAREA CU INSTRUMENTELE DIN PUȚUL  
DE FORAJ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la detectarea semnalului adaptiv pentru comunicarea cu instrumentele din puțul de foraj. Detectarea semnalului adaptiv, conform invenției, constă în comunicarea de la o locație a suprafeței puțului la un situs al puțului către un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj poziționat într-un puț de foraj, care poate fi realizată astfel încât fluxul de fluid să nu fie limitat prin instrumentul pentru un puț de foraj, de exemplu, o metodă care poate include transmiterea unui semnal dintr-o locație din partea superioară a puțului, către un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj, localizat într-un puț de foraj, în care semnalul cuprinde cel puțin un eveniment selectat din grupul constând dintr-un proiectil pentru un puț de foraj magnetic, o pulsație acustică și o modificare a presiunii, efectuarea măsurătorilor cu un senzor cuplat la instrumentul pentru un puț de foraj, în care senzorul este cel puțin unul selectat din grupul constând dintr-un senzor magnetic, un senzor acustic și un senzor de presiune, identificarea semnalului pe baza cel puțin uneia dintre măsurătorile mai mari decât o valoare de prag adaptivă, și acționarea instrumentului pentru un puț de foraj dintr-o primă configurație într-o a doua configurație, în momentul identificării semnalului.

Revendicări: 15  
Figuri: 4

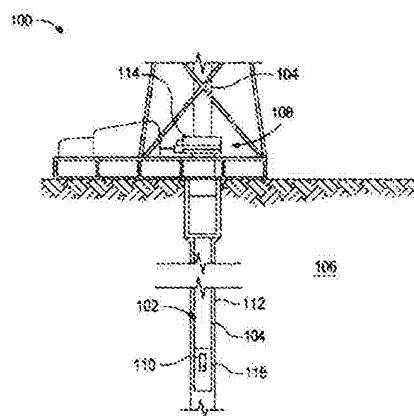


Fig. 1

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).



## DETECTAREA SEMNALULUI ADAPTIV PENTRU COMUNICAREA CU INSTRUMENTELE DIN PUȚUL DE FORAJ

### BAZELE INVENȚIEI

[0001] Prezenta dezvăluire se referă la comunicarea dintre o locație a suprafeței puțului la un situs al puțului și un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj poziționat într-un puț de foraj.

[0002] În diferite operațiuni subterane, coloanele de tubaj cu instrumentul pentru utilizare într-un puț de foraj sunt situate într-o coloană de tubaj, liner sau coloană de producție pentru efectuarea operațiunilor dorite. Această coloană de tubaj cu instrument poate încorpora o multitudine de instrumente incluzând, de exemplu, manșoane culisante, componente mici de circulație, pachere, și altele asemenea. Odată ce coloana de tubaj cu instrument este poziționată adecvat în puțul de foraj, poate fi de dorit acționarea unuia sau mai multor instrumente din puțul de foraj în coloana de tubaj cu instrument. O metodă de comunicare și de determinare a acționării instrumentelor din puțul de foraj implică implementarea unui proiectil pentru un puț de foraj, cum ar fi o bilă, de la locația suprafeței puțului și care poate fi utilizat pentru a traversa descendent în coloana de tubaj cu instrument și poate angrena un reazem al bilei în instrumentul pentru un puț de foraj sau un instrument de instalare asociat. Bila formează o etanșare cu reazemul astfel încât creșterea presiunii tubajului aplică o forță axială bilei din reazem, care determină o porțiune a instrumentului pentru un puț de foraj să se deplaseze fizic dintr-o configurație în alta. În aceste metode, bila trebuie să fie îndepărtată din reazem pentru a reîntoarce fluxul de fluid prin instrumentul pentru un puț de foraj acționat acum. Bila poate fi îndepărtată fie prin circulația inversă a bilei înapoi la locația suprafeței, fie permițând bilei să se dizolve sau să se degradeze fizic. Astfel cum se va aprecia, acest lucru poate crește durata de timp necesară pentru a finaliza o operațiune de acționare a unui instrument pentru utilizare într-un puț de foraj.

### SCURTĂ DESCRIERE A DESENELOR

[0003] Următoarele figuri sunt incluse pentru a ilustra anumite aspecte conform variantelor de realizare, și nu trebuie privite ca variante de realizare exclusive. Obiectul principal dezvăluit este capabil de a fi considerabil modificat, schimbat,

combinat și înlocuit cu echivalente în ceea ce privește forma și funcția, astfel cum vor observa specialiștii în domeniu și care au beneficiul acestei dezvoltări.

**[0004]** FIG. 1 este o reprezentare schematică a unui sistem de puț exemplificativ care poate încorpora sau utiliza în alt mod unul sau mai multe principii ale prezentei dezvoltări.

**[0005]** FIG. 2 ilustrează un instrument pentru un puț de foraj exemplificativ pentru implementarea metodelor descrise în prezentul document pentru acționarea instrumentului pentru un puț de foraj sau a unei porțiuni/componente a acestuia.

**[0006]** FIG. 3 este o vedere în secțiune transversală la scară mărită a unui exemplu al supapei de injectare din FIG. 2 care utilizează un senzor magnetic.

**[0007]** FIG. 4 este o reprezentare grafică a măsurătorilor unui senzor magnetorezistiv gigantic cu un strat de acoperire având o valoare de prag statică și o valoare de prag adaptivă exemplificativă conform prezentei dezvoltări.

## **DESCRIEREA DETALIATĂ**

**[0008]** Prezenta dezvoltare se referă la comunicarea dintre o locație a suprafeței puțului la un situs al puțului și un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj poziționat într-un puț de foraj. Mai specific, metodele și sistemele descrise în prezentul document utilizează metode de comunicare care nu limitează fluxul de fluid prin instrumentele din puțul de foraj, care permit operațiuni de acționare mai scurte. Astfel de metode de comunicare pot încorpora utilizarea de senzori magnetici, senzori acustici și senzori de presiune incluși pe instrumentul pentru un puț de foraj pentru a recepționa un semnal dintr-o locație din partea superioară a puțului (*de exemplu*, de la locația suprafeței puțului) care determină instrumentul pentru un puț de foraj să acționeze. Aceste semnale din locația din partea superioară a puțului către instrumentul pentru un puț de foraj pot fi obținute cu proiectile magnetice pentru un puț de foraj, pulsații acustice și, respectiv, modificări ale presiunii. Prezenta dezvoltare se referă, în plus, la detectarea semnalului adaptiv, și anume la o detectare mai precisă a fiecăruia dintre proiectilele magnetice pentru un puț de foraj, pulsațiile acustice și modificările presiunii din zgomotul de fundal detectat în puțul de foraj.

**[0009]** Astfel cum se utilizează în prezentul document, termenul "proiectil pentru un puț de foraj" este utilizat pentru a descrie în general dispozitive/compoziții capabile să curgă, care pot fi sau nu pot fi sferice, care sunt adecvate pentru acționarea

instrumentelor din puțul de foraj. Termenul “proiectil pentru un puț de foraj”, dacă nu se specifică în alt mod, în mod concret, cuprinde orice dispozitiv/compoziție capabile să curgă care includ, dar nu se limitează la, bile, torpile, dopuri, fluide și geluri. Astfel cum se utilizează în prezentul document, termenul “proiectil pentru un puț de foraj magnetic” se referă la orice dispozitiv/compoziție capabile să curgă care au proprietăți magnetice care pot fi detectate de către un senzor magnetic. Proiectilul pentru un puț de foraj magnetic poate fi el însuși magnetic. Alternativ, proiectilul pentru un puț de foraj magnetic poate fi capabil să disloce un câmp magnetic fără a fi el însuși magnetic. Cu titlu de exemplu nelimitativ, un fluid feromagnetic sau un fluid magnetoreologic poate fi pompat către sau peste un senzor magnetic ca parte a unei metode de acționare a instrumentului pentru un puț de foraj și, prin urmare, poate fi considerat sau caracterizat în alt mod ca un proiectil pentru un puț de foraj magnetic.

**[0010]** FIG. 1 ilustrează o diagramă schematică a unui sistem exemplificativ 100 care poate utiliza principiile prezentei dezvăluiri, în conformitate cu una sau mai multe variante de realizare. Sistemul 100 poate include unul sau mai multe instrumente din puțul de foraj 102 localizate într-un puț de foraj 112 (ilustrate ca un puț de foraj deschis fără o coloană de tubaj) penetrând o formațiune subterană 106 și cuplate la un transportor 104 și/sau o tubulatură (*de exemplu*, ilustrate ca un tubaj bobinat dar, alternativ, pot fi o coloană de producție, o coloană de lucru, coloană de tubaj, un liner, țevă de foraj, a coloană de foraj, o coloană de fixare, cablu de instrumentație cu sârmă, cablaj de oțel sau altele asemenea). Instrumentele exemplificative din puțul de foraj 102 pot cuprinde, dar nu se limitează la, manșoane culisante, componente mici de circulație, pachere și altele asemenea.

**[0011]** Instrumentele din puțul de foraj 102 pot include unul sau mai mulți senzori 110 (*de exemplu*, senzori magnetici, senzori acustici și senzori de presiune) pentru recepționarea semnalelor dintr-o locație din partea superioară a puțului (*de exemplu*, suprafața 108 transportate prin intermediul proiectilelor magnetice pentru un puț de foraj, pulsațiilor acustice, modificărilor presiunii, sau o combinație a acestora). Senzorii 110 pot fi cuplați cu posibilitate de comunicare la un controler 116 (*de exemplu*, care include un procesor astfel cum s-a descris în plus în prezentul document) pentru analizarea măsurătorilor efectuate de senzorii 110 pentru identificarea semnalelor furnizate din locația din partea superioară a puțului. Odată ce semnalele din locația din partea superioară a puțului sunt identificate, controlerul 116 poate apoi să determine instrumentul pentru un puț de foraj 102 să acționeze.

**[0012]** Astfel cum se utilizează în prezentul document, termenul “semnal dintr-o locație din partea superioară a puțului” și derivațiile acestuia cuprind semnale care sunt compuse dintr-o singură detectare, detectări numeroase sau un model de detectări. De exemplu, atunci când se comunică cu proiectilele magnetice pentru un puț de foraj, semnalul poate cuprinde detectarea unui singur proiectil pentru un puț de foraj magnetic, detectarea a două sau mai multor proiectile pentru un puț de foraj (*de exemplu*, detectarea a 5 proiectile magnetice pentru un puț de foraj), sau detectarea a două sau mai multor proiectile magnetice pentru un puț de foraj într-un model specific (*de exemplu*, detectarea a 3 proiectile pentru un puț de foraj unde detectarea fiecăruia durează mai puțin de 1 minut fiecare).

**[0013]** În unele cazuri, senzorii 110 pot cuprinde unul sau mai mulți senzori magnetici, și unul sau mai multe proiectile magnetice pentru un puț de foraj pot fi introduse în puțul de foraj 112 la un capăt al puțului 114, transportate înspre instrumentul pentru un puț de foraj 102, și interacționate cu sensorul(i) magnetic(i). Măsurătorile (citirile) sensorului magnetic pot fi apoi analizate de controlerul 116 pentru identificarea semnalului din locația din partea superioară a puțului.

**[0014]** În unele cazuri, senzorii 110 pot cuprinde unul sau mai mulți senzori acustici configurați pentru a detecta un semnal acustic creat în puțul de foraj 112. Semnalul acustic poate fi creat de translatarea axială și/sau rotațională a transportorului 104 în puțul de foraj, și angrenarea fricțională rezultată dintre transportorul 104 și peretele puțului de foraj care generează zgomot acustic. Semnalul acustic poate fi creat pentru a replica o semnătură acustică care poate fi recunoscută de către sensorul(ii) 110, unde semnătura acustică poate cuprinde un semnal acustic generat la o frecvență predeterminată, printr-un model predeterminat de semnale acustice, într-o perioadă de timp predeterminată, sau orice combinație a acestora. Semnalul acustic se propagă prin transportorul 104 care va fi detectat de către sensorul acustic. Măsurătorile (citirile) sensorului acustic pot fi apoi analizate de controlerul 116 pentru identificarea semnalului acustic din locația din partea superioară a puțului, care determină instrumentul pentru un puț de foraj 102 să acționeze.

**[0015]** În unele cazuri, senzorii 110 pot cuprinde unul sau mai mulți senzori de presiune configurați pentru a detecta un semnal de presiune în puțul de foraj 112. Semnalul de presiune poate fi creat la capătul puțului 114 (*de exemplu*, prin modificarea debitului fluidului) și detectat de către sensorul(i) de presiune. Similar cu semnalul acustic, semnalul de presiune poate fi recunoscut de către sensorul(ii) 110,

unde semnalul de presiune poate cuprinde presiunea fluidului menținută la un nivel predeterminat pentru o perioadă de timp predeterminată, o fluctuație cunoscută a presiunii, un model predeterminat de fluctuație a presiunilor, sau orice combinație a acestora. Semnalul de presiune se propagă prin fluidul din puțul de foraj 112 și este detectat de către senzorul(ii) de presiune. Măsurătorile (citirile) senzorului(lor) de presiune pot fi apoi analizate de controlerul 116 pentru identificarea semnalului de presiune din locația din partea superioară a puțului, care determină instrumentul pentru un puț de foraj 102 să acționeze.

**[0016]** În unele cazuri, senzorii 110 pot cuprinde o combinație de două sau mai multe tipuri diferite de senzori, unde proiectilele magnetice pentru un puț de foraj, pulsațiile acustice, modificările presiunii, sau o combinație a acestora, pot fi utilizate pentru a determina acționarea instrumentului pentru un puț de foraj 102. În unele cazuri, pot fi incluse două sau mai multe instrumente din puțul de foraj unde fiecare instrument include un tip diferit de senzor, care permite acționarea fiecărui instrument pentru un puț de foraj independent prin metodele descrise în prezentul document.

**[0017]** Atunci când se utilizează senzorii multipli 110, fiecare senzor 110 poate avea un controler 116 corespunzător, toți senzorii 110 pot fi cuplați la un singur controler 116, sau unele configurații dintre aceștia.

**[0018]** În general, controlerul 116 identifică măsurătorile mai mari decât o valoare de prag precum semnalul (sau un eveniment al acestuia) din locația din partea superioară a puțului. Totuși, atunci când se utilizează senzorii 110 descriși în prezentul document, condițiile din puțul de foraj pot determina modificarea valorilor de bază ale măsurătorilor. De aceea, senzorii 110 sunt, în general, configurați în condiții ambiante de suprafață sau pe baza condițiilor estimate din puțul de foraj. Totuși, condițiile din puțul de foraj sunt dinamice și pot fi diferite de cele estimate, care modifică măsurătoarea valorii de bază a senzorului 110, care este valoarea de măsurare atunci când evenimentul (*de exemplu*, un proiectil pentru un puț de foraj magnetic, un semnal acustic sau un semnal de presiune) asociat cu semnalul nu este prezent.

**[0019]** De exemplu, măsurătorile senzorilor magnetici pot fi afectate de către componentele magnetice din instrumentul pentru un puț de foraj 102 sau o coloană de tubaj/tubulatură din apropierea instrumentului pentru un puț de foraj, pozițiilor magnetice din formațiunea subterană, și altele asemenea. În plus, măsurătorile senzorilor acustici pot fi afectate de zgomotul instalației, zgomotul fluxului și de alte

zgomote din puțul de foraj care pot interveni pe durata operațiunilor din puțul de foraj. Măsurătorile obținute de senzorii de presiune pot fi afectate de presiunea hidrostatică asociată cu adâncimea puțului de foraj, compoziția fluidului, debitele fluidului etc. atunci când intervine o pierdere neașteptată de fluid în puțul de foraj, de exemplu, debitul fluidului la senzorul de presiune poate fi diferit față de cel așteptat și poate afecta negativ măsurătoarea valorii de bază.

**[0020]** În plus, pentru fiecare tip de senzor 110, vibrațiile din puțul de foraj pot modifica senzorul 110 sau o componentă a acestuia care poate schimba interacțiunea dintre senzorul 110 și obiectele din apropiere și/sau modul în care componentele senzorului 110 interacționează și, în consecință, măsurătoarea valorii de bază a senzorului 110. De exemplu, la senzorii magnetici, distanța dintre componente poate afecta intensitatea câmpului magnetic, care poate valoarea de prag și identificarea semnalului sau a evenimentului acestuia (*adică*, intensitatea interacțiunii dintre proiectilul pentru un puț de foraj magnetic și câmpul magnetic).

**[0021]** Măsurătoarea valorii de bază se poate modifica, de exemplu, prin creșterea în timp, scăderea în timp, sau fluctuației ascendente și descendente. Pentru a atenua detectarea semnalelor false sau a evenimentelor false ale acestora și/sau lipsa semnalelor efective sau a evenimentelor efective ale acestora, metodele de detectare a semnalului adaptiv pot fi utilizate de controlerul 116 pentru a se produce o valoare de prag adaptivă pe baza modificărilor măsurătorilor valorii de bază.

**[0022]** Valoarea de prag adaptivă ( $T_i$ ) poate fi bazată pe (*de exemplu*, o funcție ( $f$ ) conform EC. 1) actuala valoare de prag ( $B_i$ ), care ea însăși este determinată printr-un test matematic conform măsurătorilor ( $m$ ) ale senzorului 110.

$$T_i = f(B_i) \quad \text{EC. 1}$$

**[0023]** Actuala valoare de prag ( $B_i$ ) poate fi bazată pe (*de exemplu*, o funcție ( $g$ ) conform EC. 2) actuala măsurătoare ( $m_i$ ) și una sau mai multe măsurători anterioare ( $m_{i-1}, \dots, m_{i-n}$ ) (unde  $n$  este numărul de măsurători anterioare).

$$B_i = g(m_i, m_{i-1}, \dots, m_{i-n}) \quad \text{EC. 2}$$

**[0024]** Cu titlu de exemplu nelimitativ, astfel cum s-a descris în EC. 3,  $f(B_i)$  poate fi un factor de compensare predeterminat ( $\alpha$ ) mai mare decât actuala valoare de prag ( $B_i$ ).

$$f(B_i) = \alpha + B_i \quad \text{EC. 3}$$

**[0025]** Cu titlu de exemplu nelimitativ, astfel cum s-a descris în EC. 4,  $f(B_i)$  poate fi un factor de schimb predeterminat ( $\beta$ ) mai mare decât actuala valoare de prag ( $B_i$ ).

$$f(B_i) = \beta * B_i \quad \text{EC. 4}$$

**[0026]** Într-un alt exemplu, valoarea de prag ( $T_i$ ) depinde, în plus, de calculele anterioare ale valorii de prag.

$$T_i = f(B_i) + h(T_{i-1}, T_{i-2}, \dots, T_{i-n}) \quad \text{EC. 5}$$

**[0027]** Ar trebui să fie evident faptul că se poate utiliza simultan atât un factor de compensare, cât și un factor de schimb.

**[0028]** Factorul de schimb  $\beta$ , factorul de compensare  $\alpha$ , și funcțiile  $f$ ,  $g$  sau  $h$ , pot avea o valoare diferită în funcție de situația în care valoarea de prag adaptivă  $T_i$  este mai mare decât sau mai mică decât valoarea măsurată  $m_i$ . De exemplu, permiterea existenței a diferite valori în cazul factorilor poate permite o adaptare mai rapidă atunci când măsurătorile depășesc valoarea de prag și o adaptare mai lentă atunci când măsurătorile nu depășesc valoarea de prag. Permiterea a diferite viteze de adaptare poate fi avantajoasă în reducerea sensibilității la zgomot.

**[0029]** De exemplu, atunci când  $m_i > T_i$ , controlerul 116 identifică măsurătoarea ca un semnal sau eveniment al acestuia din locația din partea superioară a puțului. După ce semnalul a fost identificat de către controlerul 116, controlerul 116 determină instrumentul pentru un puț de foraj 110 să acționeze.

**[0030]** În unele variante de realizare, măsurătorile  $m_i$  pot fi măsurători neprelucrate de la senzorul 110. Alternativ, controlerul 116 sau alte circuite electronice poate aplica un filtru pentru măsurători pentru a atenua măsurătorile. Filtrele exemplificative pot include, dar nu se limitează la, filtre de frecvență joasă, filtre de frecvență de bandă, calcule ale valorii absolute, și altele asemenea.

**[0031]** În unele variante de realizare, poate exista o întârziere între momentul în care instrumentul pentru un puț de foraj 110 este introdus în puțul de foraj 112 și momentul în care senzorul 110 începe să efectueze măsurători și/sau momentul în care controlerul 116 începe să analizeze măsurătorile (la care se face referire în prezentul document în mod colectiv ca activând senzorul 110 sau un derivat al acestuia). Acest lucru poate permite senzorului 110 sau componentelor acestuia să regleze condițiile din puțul de foraj (*de exemplu*, modificarea temperaturii, deplasarea cauzată de vibrații, interacțiunea cu obiecte din apropierea senzorului 110, conservarea energiei, și altele asemenea). În unele cazuri, activarea senzorului 110

poate fi întârziată până când instrumentul pentru un puț de foraj 102 este plasat într-o locație dorită (sau locație finală) în puțul de foraj 112. În unele cazuri, activarea senzorului 110 poate avea loc după ce instrumentul pentru un puț de foraj 102 este în puțul de foraj 112, dar înainte ca instrumentul pentru un puț de foraj 102 să fie plasat într-o locație dorită (sau locație finală) în puțul de foraj 112, de exemplu, în ultimii 80% (ca distanță) din traseul de parcurgere în puțul de foraj (*adică*, după ce instrumentul pentru un puț de foraj 102 a fost transportat 20% din totalul distanței din traseu). În unele cazuri, activarea senzorului 110 sau un controlerului 116 este întârziată până când se măsoară o modificare a temperaturii sau până când este depășită o temperatură având o valoare de prag.

**[0032]** FIG. 2 ilustrează un instrument pentru un puț de foraj exemplificativ 210 pentru utilizare într-un puț de foraj 214 atunci când se implementează metodele descrise în prezentul document pentru acționarea instrumentului pentru un puț de foraj 210 sau a unui component al acestuia. Mai specific, în exemplele ilustrate, este poziționată o coloană tubulară 212 într-un puț de foraj 214, coloana tubulară 212 având supape de injectare multiple 216a-e și pachere 218a-e interconectate în aceasta.

**[0033]** Pacherele 218a-e etanșează un spațiu inelar 220 format radial între coloana tubulară 212 și puțul de foraj 214. Pacherele 218a-e din acest exemplu sunt proiectate pentru a se cupla cu etanșare cu un puț de foraj netubat sau "deschis" 214, dar în cazul în care puțul de foraj este tubat sau întărit, atunci în schimb pachere tubate de tipul celor pentru un puț de foraj. Se pot utiliza pachere care se pot umfla, gonflabile, expandabile și alte tipuri de pachere, după caz în funcție de condițiile din puț, sau nu se pot utiliza pachere (de exemplu, coloana tubulară 212 se poate expanda în contact cu puțul de foraj 214, coloana tubulară poate fi cimentată în puțul de foraj etc.).

**[0034]** Supapele de injectare 216a-e permit comunicarea selectivă a fluidului între o parte interioară a coloanei tubulare 212 și fiecare secțiune a spațiului inelar 220 izolate între două dintre pacherele 218a-e. Fiecare secțiune a spațiului inelar 220 se află în comunicare fluidă cu o zonă a formațiunii subterane corespunzătoare 222a-d. Desigur, în cazul în care pacherele 218a-e nu sunt utilizate, atunci supapele de injectare 216a-e pot fi plasate în alt mod în comunicare cu zonele individuale 222a-d, de exemplu, cu perforații etc.

**[0035]** Uneori este benefică inițierea fracturărilor 226 în locații multiple într-o zonă (de exemplu, la formațiunile cu șisturi înguste etc.), caz în care supapele de injectare multiple pot asigura injectarea fluidului 224 la multiple puncte de inițiere a fracturării de-a lungul puțului de foraj 214. În exemplele descrise în FIG. 2, supapa 216c s-a deschis, și fluidul 224 este injectat în zona 222b, astfel formându-se fracturările 226.

**[0036]** În unele variante de realizare, celelalte supape 216a,b,d,e sunt închise în timp ce fluidul 224 curge în exteriorul supapei 216c și în zona 222b. Acest lucru permite întregului fluid 224 să curgă fiind direcționat înspre formarea fracturilor 226, având control îmbunătățit în timpul utilizării la respectiva locație particulară. Totuși, în alte exemple, supapele multiple 216a-e pot fi deschise în timp ce fluidul 224 curge într-o zonă a unei formațiuni de pământ 222. La instrumentul pentru un puț de foraj 210, de exemplu, ambele supape 216b,c pot fi deschise în timp ce fluidul 224 curge în zona 222b. Acest lucru poate permite formarea fracturilor la multiple locații de inițiere a fracturii corespunzătoare supapelor deschise.

**[0037]** Fiecare dintre supapele 216a-e include senzorii 240a-e și controlerele 242a-e corespunzătoare. Fiecare dintre senzorii 240a-e pot cuprinde independent unul sau mai mulți senzori magnetici, unul sau mai mulți senzori acustici, unul sau mai mulți senzori de presiune, sau o combinație a acestora.

**[0038]** Senzorii magnetici exemplificativi pot include, dar nu se limitează la, senzori gigant magneto-rezistivi (GMR), senzori cu efect Hall, bobine conductive, magneto-diodă, magneto-tranzistori, magnetometre, senzori ai sistemului microelectromecanic pe baza forței Lorentz (MEMS), senzori magnetostrictivi, și alții asemenea.

**[0039]** Senzorii acustici exemplificativi pot include, dar nu se limitează la, senzori Fiber Bragg Grating (FBG), hidrofoane, accelerometre, materiale piezoelectrice, materiale feroelectrice, transductoare de solicitare, și altele asemenea.

**[0040]** Senzorii de presiune exemplificativi pot include, dar nu se limitează la, transductoare de presiune, și altele asemenea.

**[0041]** Cu titlu de exemplu nelimitativ, FIG. 3 este o vedere în secțiune transversală la scară mărită a unui exemplu al unei supape de injectare 216 care utilizează un sensor magnetic 240. În variante de realizare alternative, sensorul magnetic 240 poate fi repositionat sau i se poate adăuga un sensor acustic, un sensor de presiune, sau ambele.

**[0042]** Supapa de injectare ilustrată 216 este ilustrată în mod reprezentativ într-o poziție închisă. Supapa de injectare 216 din FIG. 3 poate fi utilizată la instrumentul

pentru un puț de foraj 210 și în metodele corespunzătoare, sau aceasta poate fi utilizată în alte sisteme de puț și metode, în timp ce se mențin în domeniul de aplicare al acestei dezvoltări.

**[0043]** Supapa 216 include orificiile 228 într-un perete lateral al unei carcase, în general tubulară, 230. Orificiile 228 sunt blocate de un manșon 232, care este reținut în poziție de către elementele de forfecare 234.

**[0044]** În această configurație, comunicarea fluidului este împiedicată între spațiul inelar 220 exterior supapei 216, și un pasaj intern de curgere 36 care se extinde longitudinal prin supapă (și care se extinde longitudinal prin coloana tubulară 212 (FIG. 2) atunci când supapa este interconectată în aceasta). Supapa 216 poate fi deschisă, totuși, prin forfecarea elementelor de forfecare 234 și deplasarea manșonului 232 (în direcție descendentă astfel cum se observă în FIG. 3) într-o poziție în care manșonul nu blochează orificiile 228.

**[0045]** Pentru a deschide supapa 216, este deplasat un proiectil pentru un puț de foraj magnetic 238 (*de exemplu*, ilustrat sub forma unei torpile pentru un puț de foraj) în supapă pentru a activa un actuator 250 al acesteia. Proiectilul pentru un puț de foraj 238 este descris în FIG. 3 ca fiind în general cilindric, dar se pot utiliza dispozitive/compoziții magnetice având alte forme și de alte tipuri astfel cum s-a descris mai sus în alte exemple.

**[0046]** Proiectilul pentru un puț de foraj 238 poate fi deplasat în supapa 216 prin orice tehnică. De exemplu, proiectilul pentru un puț de foraj 238 poate fi lăsat să cadă prin coloana tubulară 212 (FIG. 2), pompat în fluxul de fluid prin pasajul 236, auto-propulsat, transportat cu cablajul de oțel, cablul de instrumentație cu sârmă, tubajul bobinat, sau altele asemenea, și orice combinație a acestora.

**[0047]** Proiectilul pentru un puț de foraj 238 are proprietăți magnetice cunoscute sau produce un câmp magnetic cunoscut care este detectat de senzorul magnetic 240 al supapei 216. Materialele exemplificative care au proprietăți magnetice cunoscute pot include, dar nu se limitează la, fier, nichel, cobalt, oțel, magnetit, mu-metal (un aliaj magnetic ușor de nichel-fier), și altele asemenea, sau orice combinație a acestora. Materialele exemplificative care produc un câmp magnetic cunoscut pot include, dar nu se limitează la, alnico, ferită, magneți de neodimiu, magneți de cobalt samariu, magneți de cobalt itriu, și altele asemenea, sau orice combinație a acestora.

**[0048]** Proiectilul pentru un puț de foraj 238 poate cuprinde unul sau mai multe dintre materialele anterioare. În unele cazuri, proiectilul pentru un puț de foraj 238

poate cuprinde unul sau mai multe dintre materialele anterioare dispersate sau conținute în alt mod într-o matrice polimerică (*de exemplu*, un cauciuc de poliuretan, un cauciuc de poliuretan pe bază de poliester, un cauciuc de poliuretan pe bază de polieter, un polimer pe bază de tiol, un polimer de tiol-epoxi, un cauciuc de acid hialuronic, un cauciuc de polihidroxiobutirat, un elastomer poliesteric, un elastomer de amidă poliesterică, o rășină pe bază de amidon, un polimer de tereftalat de polietilen, un material termoplastic poliesteric, un polimer de acid polilactic, un polimer de succinat de polibutilenă, un polimer de acid alcanolic polihidroxi, un polimer de tereftalat de polibutilenă, o polizaharidă, chitină, chitosan, o proteină, un poliester alifatic, poli( $\epsilon$ -caprolactonă), un poli(hidroxiobutirat), poli(etilenoxid), poli(fenilactidă), un poli(aminoacid), un poli(ortoester), polifosfazen, o polilactidă, o poliglicolidă, o poli(anhidridă), o poliepiclorohidrină, un copolimer de oxid de etilen /poliepiclorohidrină, un terpolimer de epiclorohidrină/oxid de etilen/alil glicidil eter, orice copolimer a acestora, orice terpolimer al acestora, și orice combinație a acestora.

**[0049]** Opțional, magneții permanenți pot fi combinați cu senzorul magnetic 240 astfel încât să creeze un câmp magnetic care este perturbat de proiectilul pentru un puț de foraj 238 (sau orice alt proiectil pentru un puț de foraj magnetic). Poate fi detectată o modificare a câmpului magnetic de senzorul magnetic 240 ca o indicare a prezenței proiectilului pentru un puț de foraj 238.

**[0050]** Senzorul magnetic 240 este cuplat la un controler 242 care determină dacă senzorul magnetic 240 a detectat proiectilul pentru un puț de foraj 238 utilizând o metodă de detectare a semnalului adaptiv descrisă în prezentul document. Controlerul 242 poate fi alimentat cu energie electrică prin intermediul unei baterii integrate, unui generator de energie din puțul de foraj, sau orice altă sursă de energie electrică.

**[0051]** Odată ce controlerul 242 determină faptul că senzorul magnetic 240 a detectat proiectilul pentru un puț de foraj 238 sau un număr predeterminat sau un model de proiectile pentru un puț de foraj 238 (*adică*, identifică semnalul din locația din partea superioară a puțului utilizând o metodă de detectare a semnalului adaptiv descris în prezentul document), controlerul 242 determină un dispozitiv al supapei 244 să se deschidă. Din acest exemplu, dispozitivul supapei 244 include un element de străpungere 246, care străpunge o barieră de presiune 248. Elementul de străpungere 246 poate fi un actuator electric, hidraulic, mecanic, exploziv, chimic,

sau alt tip de actuator. Alte tipuri de dispozitive ale supapei 244 (cum ar fi cele descrise în Publicațiile Cererilor de Brevet S.U.A. nr. 2011/0174504 și 2013/0048290 și Brevetul S.U.A. nr. 8.235.103) pot fi utilizate, în acord cu domeniul de aplicare al acestei dezvăluiri. Atunci când dispozitivul supapei 244 conform exemplului actual este deschis, un piston 252 devine dezechilibrat pe o mandrină 254 (*de exemplu*, se creează o presiune diferențială de-a lungul pistonului 252), și pistonul se deplasează în direcție descendentă astfel cum se observă în FIG. 3. Această deplasare a pistonului 252 poate, în unele exemple, să fie utilizată pentru a forfecă elementele de forfecare 234 și a deplasa manșonul 232 într-o poziție deschisă.

**[0052]** Controlerele 116,242 (din FIG. 1 sau 2) și hardware-ul de computer corespunzător utilizat în implementarea diverselor blocuri, module, elemente, componente, metode și algoritmi ilustrativi descrise în prezentul document, pot fi configurate pentru a executa unul sau mai multe secvențe de instrucțiuni, poziții sau coduri de programare stocate pe un mediu netranzitoriu, care poate fi citit de computer. Controlerele 116,242 pot fi, de exemplu, câte un microprocesor de utilizare generală, un microcontroler, un procesor de semnal digital, un circuit integrat specific aplicației, o matrice de circuite programabile în câmp, un dispozitiv logic programabil, un controler, un automat de stare, un aparat logic comandat de poartă, componente hardware discrete, o rețea neurală artificială, sau orice entitate asemănătoare adecvată care poate efectua calcule sau alte utilizări ale datelor. În unele variante de realizare, hardware-ul computer-ului poate să includă în plus elemente, cum ar fi de exemplu, o memorie (*de exemplu*, memorie cu acces aleatoriu (RAM), memorie flash, memorie doar pentru citire (ROM), memorie programabilă doar pentru citire (PROM), memorie programabilă care poate fi ștearsă doar pentru citire (EPROM)), registre, hard disk-uri, unități de stocare detașabile, CD-ROM-uri, DVD-uri, sau orice alt dispozitiv sau mediu de stocare asemănător adecvat.

**[0053]** Secvențele executabile descrise în prezentul document pot fi implementate cu una sau mai multe secvențe ale codului conținut într-o memorie. În unele variante de realizare, acest cod poate fi citit în memoria din alt mediu care poate fi citit automat. Executarea secvențelor de instrucțiuni conținute în memorie poate determina un controler 116,242 să efectueze etapele de proces descrise în prezentul document. Unul sau mai multe controlere 116,242 într-o dispunere de procesare multiplă pot, de asemenea, să fie utilizate pentru a executa secvențe de instrucțiuni în memorie. În plus, circuitele cablate pot fi utilizate *in situ* sau în combinație cu

instrucțiuni de software pentru implementarea diferitelor variante de realizare descrise în prezentul document. Astfel, variantele de realizare prezente nu sunt limitate la nicio combinație specifică de hardware și/sau software.

**[0054]** Astfel cum se utilizează în prezentul document, un mediu care poate fi citit automat se va refer la orice mediu care furnizează direct sau indirect instrucțiuni către un controler 116,242 pentru a le executa. Un mediu care poate fi citit automat poate lua numeroase forme incluzând, de exemplu, medii nevolatile, medii volatile și medii de transmisie. Mediile nevolatile pot include, de exemplu, unități optice și magnetice. Mediile volatile pot include, de exemplu, o memorie dinamică. Mediile de transmisie pot include, de exemplu, cabluri coaxiale, fire, fibre optice și cabluri care formează o magistrală de transmisie. Formele obișnuite de medii care pot fi citite automat pot include, de exemplu, dischete, unități flexibile, hard disk-uri, benzi magnetice, alte medii magnetice asemănătoare, CD-ROM-uri, DVD-uri, alte medii optice asemănătoare, cartele perforate, benzi de hârtie și medii fizice asemănătoare cu adâncituri sistematice, RAM, ROM, PROM, EPROM și EPROM flash.

**[0055]** De exemplu, controlerul 116,242 descris în prezentul document poate fi configurat pentru recepționarea intrărilor de la senzorul 110 corespunzătoare măsurătorilor efectuate de senzorul 110. Controlerul 116,242, de asemenea, poate fi configurat pentru a efectua sau a face o analiză matematică de referință, calcule, tabele de căutare și comparări de date de compensare din puț care sunt stocate pe controlerul 116,242 pentru identificarea unui semnal dintr-o locație din partea superioară a puțului. În plus, controlerul 116,242 poate produce o transmisiune recepționată de către una sau mai multe componente ale instrumentului pentru un puț de foraj 102 care determină instrumentul pentru un puț de foraj 102 să acționeze.

**[0056]** Variantele de realizare dezvăluite în prezentul document includ, dar nu se limitează la, Varianta de realizare A, Varianta de realizare B și Varianta de realizare C.

**[0057]** Varianta de realizare A este o metodă cuprinzând: transmiterea unui semnal dintr-o locație din partea superioară a puțului către un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj localizat într-un puț de foraj, în care semnalul cuprinde cel puțin un eveniment selectat din grupul constând din un proiectil pentru un puț de foraj magnetic, o pulsație acustică și o modificare a presiunii; efectuarea măsurătorilor cu un senzor cuplat la instrumentul pentru un puț de foraj, în care senzorul este cel puțin unul selectat din grupul constând din un senzor magnetic, un senzor acustic, și un

senzor de presiune; identificarea semnalului pe baza cel puțin uneia dintre măsurătorile mai mari decât o valoare de prag adaptivă; și acționarea instrumentului pentru un puț de foraj dintr-o primă configurație într-o a doua configurație în momentul identificării semnalului.

**[0058]** Varianta de realizare B reprezintă un sistem de puț cuprinzând: un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj localizat într-un puț de foraj și cuprinzând un senzor cuplat la un controler, senzorul fiind selectat din grupul constând din un senzor magnetic, un senzor acustic, și un senzor de presiune, și controlerul incluzând un mediu de stocare netranzitoriu, fizic, care poate fi citit de computer care conține un program de instrucțiuni care, atunci când sunt executate, determină sistemul de puț să efectueze o metodă cuprinzând: Varianta de realizare A.

**[0059]** Varianta de realizare C reprezintă un mediu de stocare netranzitoriu, fizic, care poate fi citit de computer care conține un program de instrucțiuni care, atunci când sunt executate, determină un sistem de puț să efectueze o metodă cuprinzând: Varianta de realizare A.

**[0060]** Variantele de realizare A, B și C pot include, opțional, unul sau mai multe dintre următoarele: Elementul 1: în care valoarea de prag adaptivă ( $T_i$ ) este o funcție ( $f$ ) a unei valori de prag actuale ( $B_i$ ) pentru măsurători și actuala valoare de prag ( $B_i$ ) este o funcție ( $g$ ) a unor măsurători actuale ( $m_i$ ) și una sau mai multe măsurători anterioare ( $m_{i-1}, \dots, m_{i-n}$ ), unde  $n$  este un număr dintre respectivele una sau mai multe măsurători anterioare, în conformitate cu  $T_i = f(B_i) = f(g(m_i, m_{i-1}, \dots, m_{i-n}))$ ; Elementul 2: Elementul 1 și în care  $f(B_i) = \alpha + B_i$ , unde  $\alpha$  este un factor de compensare; Elementul 3: Elementul 1 și în care  $f(B_i) = \beta * B_i$ , unde  $\beta$  este un factor de schimb; Elementul 4: în care valoarea de prag adaptivă ( $T_i$ ) este o funcție ( $f$ ) a unei valori de prag actuale ( $B_i$ ) pentru măsurători și o funcție ( $h$ ) a valorilor de prag adaptive anterioare, în conformitate cu  $T_i = f(B_i) + h(T_{i-1}, T_{i-2}, \dots, T_{i-n})$ ; Elementul 5: Elementul 4 și în care  $f(B_i) = \alpha + B_i$ , unde  $\alpha$  este un factor de compensare; Elementul 6: Elementul 4 și în care  $f(B_i) = \beta * B_i$ , unde  $\beta$  este un factor de schimb; Elementul 7: metoda cuprinzând în plus întârzierea efectuării măsurătorilor cu senzorul până după ce instrumentul pentru un puț de foraj se află în puțul de foraj; Elementul 8: metoda cuprinzând în plus întârzierea efectuării măsurătorilor cu senzorul până după ce instrumentul pentru un puț de foraj a fost

plasat într-o locație finală în puțul de foraj; și Elementul 9: în care semnalul cuprinde o multitudine de evenimente într-un model.

**[0061]** Combinațiile exemplificative ale Elementelor pot include, dar nu se limitează la: Elementele 1-3 în combinație și, opțional, în plus combinația cu unul sau mai multe dintre Elementele 7-9; Elementele 4-6 în combinație și opțional în plus combinația cu unul sau mai multe dintre Elementele 7-9; Elementele 7 și 9 în combinație și opțional în plus combinația cu unul sau mai multe dintre Elementele 1-3; și Elementele 8 și 9 în combinație și opțional în plus combinația cu unul sau mai multe dintre Elementele 1-3.

**[0062]** Dacă nu se indică diferit, toate numerele care exprimă cantități de ingrediente, proprietăți cum ar fi greutatea moleculară, condițiile de reacție, și așa mai departe utilizate în prezenta specificație și în revendicările asociate vor fi înțelese ca fiind modificate în toate cazurile prin termenul "circa". În consecință, dacă nu se indică contrariul, parametrii numerici stabiliți în specificația și revendicările însoțitoare care urmează sunt aproximări care pot varia în funcție de proprietățile dorite urmărite a fi obținute prin variantele de realizare conform prezentei invenții. Cel puțin, și fără a fi o încercare de a limita aplicarea doctrinei cu privire la echivalenți din domeniul de aplicare a revendicărilor, fiecare parametru numeric trebuie să fie cel puțin interpretat în lumina numărului de cifre semnificative raportate și prin aplicarea tehnicilor de rotunjire obișnuite.

**[0063]** Una sau mai multe variante de realizare ilustrative care încorporează variantele de realizare conform invenției dezvăluite în prezentul document sunt prezentate în prezentul document. Nu sunt descrise sau prezentate toate caracteristicile unei implementări fizice în această aplicare din motive de claritate. Se înțelege faptul că în dezvoltarea unei variante de realizare fizice care încorporează variantele de realizare conform prezentei invenții, trebuie luate numeroase decizii specifice implementării pentru a se atinge scopurile dezvoltatorului, cum ar fi conformitatea cu limitările legate de sistem, legate de afaceri, legate de legislație și alte constrângeri, care variază în funcție de implementare și de la un moment la altul în timp. În timp ce eforturile dezvoltatorului pot necesita o durată mare de timp, aceste eforturi ar fi, totuși, o rutină asumată de specialiștii în domeniu și care au beneficiul acestei dezvăluiri.

**[0064]** În timp ce sunt descrise în prezentul document compoziții și metode în ceea ce privește "cuprinderea" diverselor componente sau etape, compozițiile și metodele,

de asemenea, pot “consta în esență din” sau “consta din” diversele componente și etape.

**[0065]** Pentru a facilita o mai bună înțelegere a variantelor de realizare conform prezentei invenții, se dau următoarele exemple ale variantelor de realizare preferate sau reprezentative. Sub nicio formă nu trebuie ca următoarele exemple să fie citite ca limitând sau ca definind, domeniul de aplicare a invenției.

## EXEMPLE

**[0066]** S-a poziționat un manșon culisant din instrumentul pentru un puț de foraj cu un senzor GMR într-un puț de foraj. Multiple bile de fracturare magnetice au fost lăsate să cadă în puțul de foraj și au fost detectate de către senzorul GMR. FIG. 4 este o reprezentare grafică a măsurătorilor de la senzorul GMR acoperit cu o valoare de prag statică și o valoare de prag adaptivă exemplificativă a prezentei dezvăluiri.

**[0067]** Pe parcursul întregului test, și nu doar ceea ce este ilustrat în FIG. 4, măsurătorile de bază 402 ale senzorului GMR au variat de la circa 0 la circa 300 (măsurătoare scalată a fluxului magnetic), și măsurătoarea 400 a bilelor de fracturare magnetice a variat de la circa 800 la circa 1700. În general, valoarea de prag este selectată astfel încât valoarea măsurătorii evenimentului este 3 sau de mai multe ori mai mare decât valoarea de prag. Totuși, având în vedere bila de fracturare magnetică care înregistrează măsurători scăzute de 800, o valoare de prag statică corespunzătoare de circa 250 ar fi în măsurătorile de bază ale senzorului GMR și identifică falsurile pozitive, care pot determina instrumentul pentru un puț de foraj să acționeze prematur. De exemplu, în FIG. 4, măsurătorile de bază 402 cresc în mod evident în timp. În funcție de durata de timp pentru operațiunea de comunicare, valoarea de prag poate depăși valoarea de prag statică. În contrast, valoarea de prag adaptivă ilustrată în FIG. 4 crește pe măsură ce valoarea de prag crește pentru a atenua falsurile pozitive.

**[0068]** Prin urmare, prezenta invenție este bine adaptată pentru a atinge finalitatea și avantajele menționate precum și pe cele care sunt inerente acesteia. Variantele de realizare particulare dezvăluite mai sus sunt numai ilustrative, deoarece prezenta invenție poate fi modificată și realizată în moduri diferite, dar echivalente, evidente specialiștilor în domeniu care au beneficiul informațiilor cuprinse în prezentul document. În plus, nu se intenționează a se efectua nicio limitare a detaliilor de construcție sau design prezentate în acest document, altele decât cele astfel cum s-

au descris în revendicările de mai jos. Prin urmare, este evident faptul că variantele de realizare particulare ilustrative dezvăluite mai sus pot fi alterate, combinate sau modificate și toate aceste variații sunt considerate a fi în domeniul de aplicare și în spiritul prezentei invenții. Invenția dezvăluită ilustrativ în prezentul document poate fi realizată în mod adecvat în absența oricărui element care nu este dezvăluit în mod specific în prezentul document și/sau oricărui element opțional dezvăluit în prezentul document. În timp ce se descriu compoziții și metode în ceea ce privește “cuprinderea”, “conținerea” sau “includerea” diferitelor componente sau etape, compozițiile și metodele, de asemenea, pot “consta în esență din” sau “consta din” diferitele componente și etape. Toate numerele și intervalele dezvăluite mai sus pot varia cu o anumită cantitate. Ori de câte ori este dezvăluit un interval numeric având o limită inferioară și o limită superioară, este dezvăluit în mod specific orice număr și orice interval inclus care cade în acel interval. În particular, fiecare interval de valori (de forma, “de la circa a la circa b” sau, în mod echivalent, “de la aproximativ a la b”, sau, în mod echivalent, “de la aproximativ a-b”) dezvăluit în prezentul document trebuie să se înțeleagă ca a stabili fiecare număr și interval ca fiind cuprins în intervalul de valori mai mare. De asemenea, termenii din revendicări au propriul lor înțeles evident, obișnuit dacă nu se definește în alt mod explicit și clar de către posesorul brevetului. Mai mult, articolele nedefinite “un” sau “o”, astfel cum se utilizează în revendicări, sunt definite în prezentul document ca reprezentând unul sau mai mult de unul dintre elementele pe care le introduc.

## REVEDICĂRI

Invenția revendicată constă din:

### 1. Metodă care cuprinde:

transmiterea unui semnal dintr-o locație din partea superioară a puțului către un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj localizat într-un puț de foraj, în care semnalul cuprinde cel puțin un eveniment selectat din grupul constând din un proiectil pentru un puț de foraj magnetic, o pulsație acustică, și o modificare a presiunii;

efectuarea măsurărilor cu un senzor cuplat la instrumentul pentru un puț de foraj, în care senzorul este cel puțin unul selectat din grupul constând din un senzor magnetic, un senzor acustic, și un senzor de presiune;

identificarea semnalul pe baza cel puțin uneia dintre măsurătorile mai mari decât o valoare de prag adaptivă; și

acționarea instrumentului pentru un puț de foraj dintr-o primă configurație într-o a doua configurație în momentul identificării semnalului.

2. Metodă conform revendicării 1, în care valoarea de prag adaptivă ( $T_i$ ) este o funcție ( $f$ ) a unei valori de prag actuale ( $B_i$ ) pentru măsurători și actuala valoare de prag ( $B_i$ ) este o funcție ( $g$ ) a unei măsurători actuale ( $m_i$ ) și a uneia sau mai multor măsurători anterioare ( $m_{i-1}, \dots, m_{i-n}$ ), unde  $n$  este un număr dintre respectivele una sau mai multe măsurători anterioare, în conformitate cu  $T_i = f(B_i) = f(g(m_i, m_{i-1}, \dots, m_{i-n}))$ , și opțional, în care  $f(B_i) = \alpha + B_i$ , unde  $\alpha$  este un factor de compensare.

3. Metodă conform revendicării 1, în care valoarea de prag adaptivă ( $T_i$ ) este o funcție ( $f$ ) a unei valori de prag actuale ( $B_i$ ) pentru măsurători și o valoarea de prag actuală ( $B_i$ ) este o funcție ( $g$ ) a prezentei măsurători ( $m_i$ ) și a uneia sau mai multor măsurători anterioare ( $m_{i-1}, \dots, m_{i-n}$ ), în care ( $n$ ) este un număr a respectivelor una sau mai multe măsurători anterioare, conform  $T_i = f(B_i) = f(g(m_i, m_{i-1}, \dots, m_{i-n}))$ , și opțional, în care  $f(B_i) = \beta * B_i$ , unde  $\beta$  este un factor de schimb.

4. Metodă conform oricăreia dintre revendicările 1-3, în care valoarea de prag adaptivă ( $T_i$ ) este o funcție ( $f$ ) a unei valori de prag actuale ( $B_i$ ) pentru măsurători și o funcție ( $h$ ) a valorilor de prag adaptive anterioare, în conformitate cu  $T_i = f(B_i) + h(T_{i-1}, T_{i-2}, \dots, T_{i-n})$ , și opțional, în care  $f(B_i) = \alpha + B_i$ , unde  $\alpha$  este un factor de compensare.

5. Metodă conform oricăreia dintre revendicările 1-3, în care valoarea de prag adaptivă ( $T_i$ ) este o funcție ( $f$ ) a unei valori de prag actuale ( $B_i$ ) pentru măsurători și o funcție ( $h$ ) a valorilor de prag adaptive anterioare, în conformitate cu  $T_i = f(B_i) + h(T_{i-1}, T_{i-2}, \dots, T_{i-n})$ , și opțional, în care  $f(B_i) = \beta * B_i$ , unde  $\beta$  este un factor de schimb.

6. Metodă conform oricăreia dintre revendicările 1-5, care cuprinde în plus:  
întârzierea efectuării măsurătorilor cu senzorul până după ce instrumentul pentru un puț de foraj se află în puțul de foraj.

7. Metodă conform oricăreia dintre revendicările 1-6, care cuprinde în plus:  
întârzierea efectuării măsurătorilor cu senzorul până după ce instrumentul pentru un puț de foraj a fost plasat într-o locație finală în puțul de foraj.

8. Metodă conform oricăreia dintre revendicările 1-7, în care semnalul cuprinde o multitudine de evenimente într-un model.

9. Sistem de puț care cuprinde:

un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj localizat într-un puț de foraj și cuprinzând un senzor cuplat la un controler, senzorul fiind selectat din grupul constând din un senzor magnetic, un senzor acustic, și un senzor de presiune, și controlerul incluzând un mediu de stocare netranzitoriu, fizic, care poate fi citit de computer care conține un program de instrucțiuni care, atunci când sunt executate, determină sistemul de puț să efectueze o metodă care cuprinde:

transmiterea unui semnal dintr-o locație din partea superioară a puțului către un instrument pentru utilizare într-un puț de foraj localizat într-un puț de foraj, în care semnalul cuprinde cel puțin un eveniment selectat din grupul constând din un

proiectil pentru un puț de foraj magnetic, o pulsație acustică, și o modificare a presiunii;

efectuarea măsurărilor cu un senzor cuplat la instrumentul pentru un puț de foraj, în care senzorul este cel puțin unul selectat din grupul constând din un senzor magnetic, un senzor acustic, și un senzor de presiune;

identificarea semnalului pe baza cel puțin uneia dintre măsurătorile mai mari decât o valoare de prag adaptivă; și

acționarea instrumentului pentru un puț de foraj dintr-o primă configurație într-o a doua configurație în momentul identificării semnalului.

**10.** Sistem de puț conform revendicării 9, în care valoarea de prag adaptivă ( $T_i$ ) este a ( $f$ ) o valoare de prag actuală ( $B_i$ ) pentru măsurători și actuala valoare de prag ( $B_i$ ) este o funcție ( $g$ ) a unor măsurători actuale ( $m_i$ ) și a uneia sau mai multor măsurători anterioare ( $m_{i-1}, \dots, m_{i-n}$ ), unde  $n$  este un număr dintre respectivele una sau mai multe măsurători anterioare, în conformitate cu  $T_i = f(B_i) = f(g(m_i, m_{i-1}, \dots, m_{i-n}))$ , și opțional, în care  $g(B_i) = \alpha + B_i$ , unde  $\alpha$  este un factor predeterminat.

**11.** Sistem de puț conform revendicării 9, în care valoarea de prag adaptivă ( $T_i$ ) este o funcție ( $f$ ) a unei valori de prag actuale ( $B_i$ ) pentru măsurători și valoarea de prag actuală ( $B_i$ ), este o funcție ( $g$ ) a unei măsurători actuale ( $m_i$ ) și a uneia sau mai multor măsurători anterioare în conformitate ( $m_{i-1}, \dots, m_{i-n}$ ), unde ( $n$ ) este un număr a respectivelor una sau mai multe măsurători anterioare, conform  $T_i = f(B_i) = f(g(m_i, m_{i-1}, \dots, m_{i-n}))$ , și opțional, în care  $g(B_i) = \beta * B_i$ , unde  $\beta$  este un factor predeterminat.

**12.** Sistem de puț conform oricăreia dintre revendicările 9-11, în care valoarea de prag adaptivă ( $T_i$ ) este o funcție ( $f$ ) a unei valori de prag actuale ( $B_i$ ) pentru măsurători și o funcție ( $h$ ) a valorilor de prag adaptive anterioare, în conformitate cu  $T_i = f(B_i) + h(T_{i-1}, T_{i-2}, \dots, T_{i-n})$ , și opțional, în care  $f(B_i) = \alpha + B_i$ , unde  $\alpha$  este un factor de compensare.

**13.** Sistem de puț conform oricăreia dintre revendicările 9-11, în care valoarea de prag adaptivă ( $T_i$ ) este o funcție ( $f$ ) a unei valori de prag actuale ( $B_i$ ) pentru

măsurători și o funcție ( $h$ ) a valorilor de prag adaptive anterioare, în conformitate cu  $T_i = f(B_i) + h(T_{i-1}, T_{i-2}, \dots, T_{i-n})$ , și opțional, în care  $f(B_i) = \beta * B_i$ , unde  $\beta$  este un factor de schimb.

**14.** Sistem de puț oricăreia dintre revendicările 9-13, în metoda cuprinde în plus: întârzierea efectuării măsurătorilor cu senzorul până după ce instrumentul pentru un puț de foraj se află în puțul de foraj.

**15.** Sistem de puț conform oricăreia dintre revendicările 9-13, în care metoda cuprinde în plus: întârzierea efectuării măsurătorilor cu senzorul până după ce instrumentul pentru un puț de foraj a fost plasat într-o locație finală în puțul de foraj.

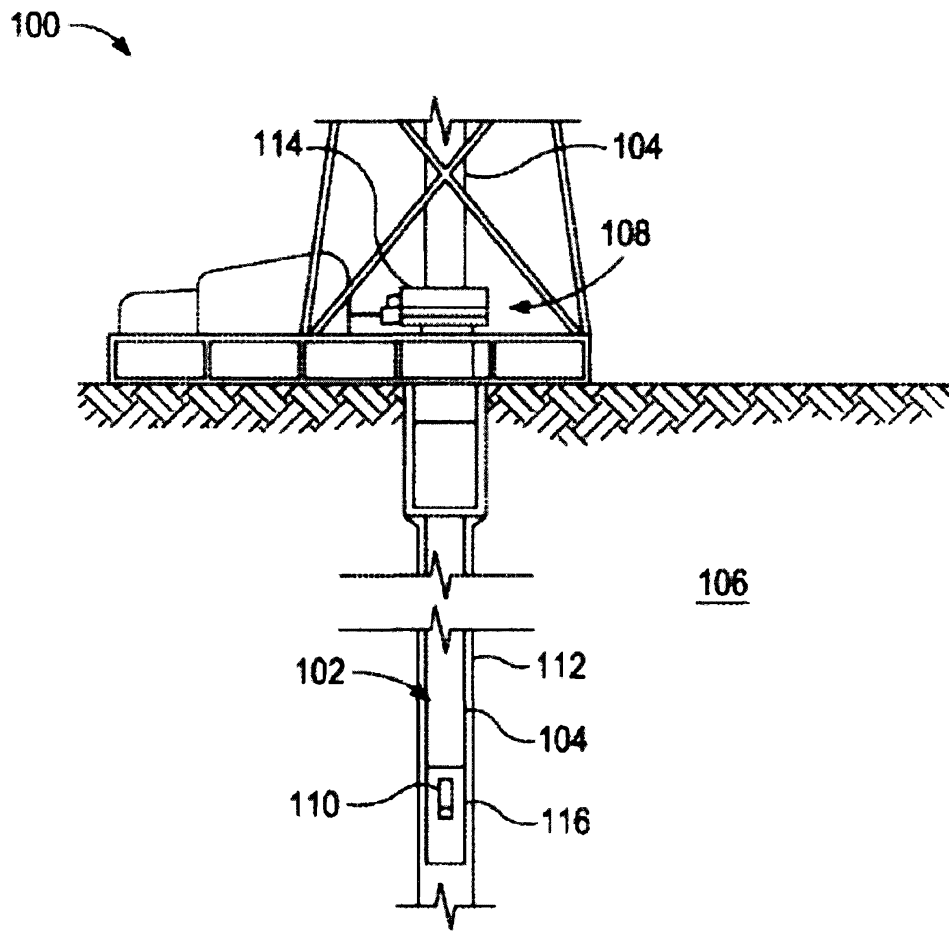


FIG. 1



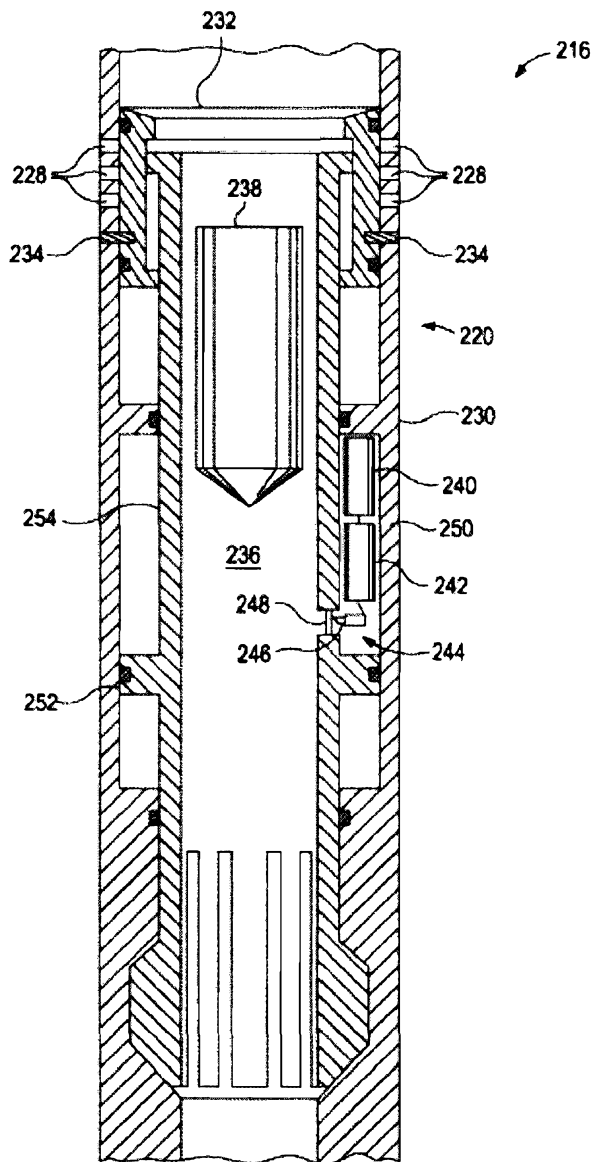


FIG. 3

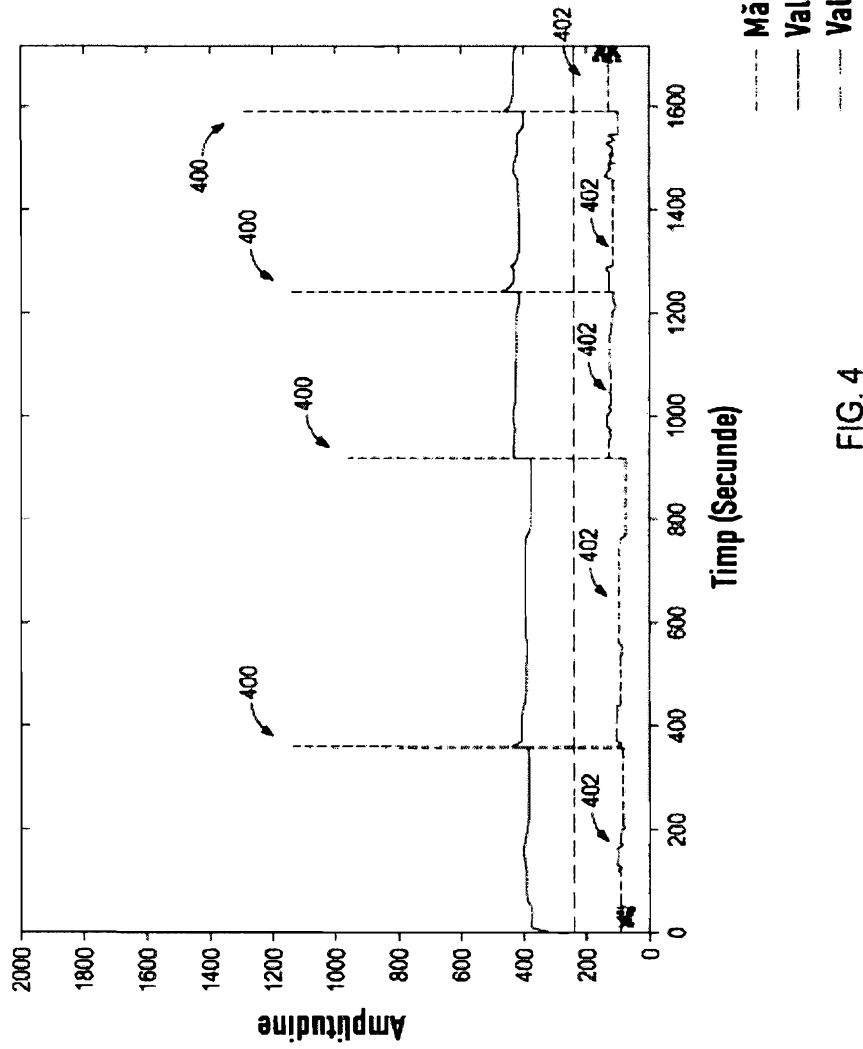


FIG. 4