



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **334520**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

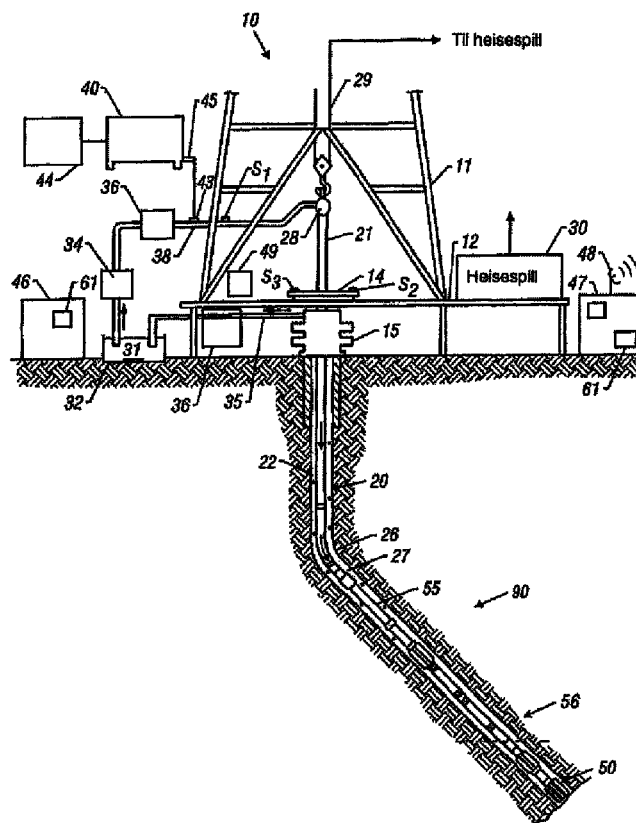
E21B 44/00 (2006.01)

E21B 7/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20045704	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2003.07.24 PCT/US2003/22995
(22)	Inng.dag	2004.12.29	(85)	Videreføringsdag	2004.12.29
(24)	Løpedag	2003.07.24	(30)	Prioritet	2002.07.26, US, 398670
(41)	Alm.tilgj	2005.02.07			
(45)	Meddelt	2014.03.31			
(73)	Innehaver	Varco I/P Inc, 10000 Richmond Avenue-4200, US-TX77042 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	William L Koederitz, 2300 El Sol Drive, US-TX78613 CEDAR PARK, USA Mallappa I Guggari, 1213 Woodhollow Cove, US-TX78613 CEDAR PARK, USA Keith Womer, 936 Blue Spring Circle, US-TX78681 ROUND ROCK, USA			
(74)	Fullmektig	Håmsø Patentbyrå ANS, Postboks 171, 4302 SANDNES, Norge			
(54)	Benevnelse	Automatisert riggstyringssystem			
(56)	Anførte publikasjoner	US 6389360 B1			
(57)	Sammendrag				

Et system og en fremgangsmåte for å styre driften av en borerigg med et styringssystem omfatter programmering av styringssystemet med minst én ressursmodul, idet den minst ene ressursmodul har minst én driftsmodell med minst ett sett programmerte driftsregler som angår minst ett sett driftsparametere. I tillegg gir systemet og fremgangsmåten minst én bruker autentifiserende, hierarkisk tilgang til den minst ene ressursmodul.



AUTOMATISERT RIGGSTYRINGSSYSTEM

Denne oppfinnelse vedrører i sin alminnelighet systemer for boring av borehuller for produksjon av hydrokarboner, og nærmere bestemt et automatisk riggstyringssystem med et hierarkisk og autentifiserende kommunikasjonsgrensesnitt mot inndata fra de ulike tjenesteleverandører og riggdriften, og som gjør bruk av en styringsmodell for å fordele/tildele og innrette riggressurser etter driftsregler som er programmert inn i styringssystemet, for å oppnå den ønskede brønnplan innenfor de driftsbegrensninger boreriggutstyret og borehullet setter.

For å oppdrive hydrokarboner som for eksempel olje og gass, bores borehull ved å rotere en borkrone som er festet i en borestrengende. En stor andel av dagens boreaktiviteter innebærer retningsboring, dvs. boring av avvikende og horisontale borehull, for å øke hydrokarbonproduksjonen og/eller trekke ekstra hydrokarboner ut av formasjonene i grunnen. Moderne avviksboresystemer gjør vanligvis bruk av en borestreng med en bunnhullsstreng (Bottom Hole Assembly – BHA) og en borkrone i enden av denne, hvilken borkrone roteres ved hjelp av en boremotor (slammotor) og/eller borestrengen. Flere nedihullsinnretninger plassert nær borkronen måler bestemte driftsparametere i brønnen som knytter seg til borestrengen. Slike innretninger innbefatter typisk følere som måler brønntemperatur og -trykk, asimut- og hellingsmåleinnretninger og en resistivitetsmåler for å påvise tilstedeværelsen av hydrokarboner og vann. Andre nedihullsinstrumenter kjent som LWD (logging-while-drilling (borehullsmåling under boring))- og/eller MWD (measurement-while-drilling (måling under boring))-instrumenter festes ofte til borestrengen for å bestemme formasjonens geologiske forhold og formasjonsfluidforholdene under borearbeidet.

Trykksatt borefluid (i alminnelighet kjent som "slam" eller "boreslam") pumpes ned i borerøret for å rotere boremotoren og besørge smøring av ulike deler av borestrengen, deriblant borkronen. Borerøret roteres ved hjelp av en drivmaskin som for eksempel en motor, for å gjøre det mulig å bore avvikende og vertikalt.

Borehull bores vanligvis langs på forhånd bestemte baner, og boringen av et typisk borehull går gjennom ulike formasjoner. Boreren regulerer vanligvis de overflatestyrte

boreparametere, som for eksempel vekt på borkronen (weight on bit – WOB), gjennomstrømning av borefluid gjennom borerøret, borestrengens rotasjonshastighet (omdreiningshastigheten til overflatemotoren som er koplet til borerøret) og borefluidets tetthet og viskositet, for å optimalisere borearbeidet. Arbeidsforholdene i brønnen er i stadig endring, og boreren må reagere på slike forandringer og regulere/justere de overflatestyrte parametere for å optimalisere borearbeidet. Ved boring av et borehull i et nytt område har boreren typisk seismiske undersøkelsesplott som gir et makrobilde av undergrunnsformasjonene og en på forhånd planlagt borehullsbane. Ved boring av flere borehull i samme formasjon har boreren også informasjon om de tidligere borede borehull i samme formasjon. I tillegg mottar boreren hele tiden informasjon om bestemte arbeidsforhold i brønnen, tilstanden til de ulike elementer av borestrengen og informasjon om formasjonen som det bores gjennom, fra forskjellige brønnpølere og dertil hørende elektroniske kretssystemer plassert i bunnhullsstrengen (BHA).

Den informasjon boreren mottar under boringen, innbefatter boreparametere som for eksempel WOB (weight on bit – vekt på borkronen), borkronens og/eller borestrengens omdreiningshastighet og gjennomstrømningsmengden av borefluid. I enkelte tilfeller får borere også utvalgt informasjon om hvor borkronen befinner seg og dens bevegelsesretning, bunnhullsstrengparametere som for eksempel WOB i brønnen og brønnhullstrykk, og eventuelt formasjonsparametere som for eksempel resistivitet og porøsitet.

Det er typisk at boreren uansett type borehull som er under boring, kontinuerlig reagerer på de enkelte borehullsparametere og utfører borearbeidet på grunnlag av slik informasjon og informasjon om andre driftsparametere for brønnen, som for eksempel hvor borkronen befinner seg, WOB i brønnen og brønnhullstrykk, og formasjonsparametere, for å kunne ta beslutninger angående de operatørstyrte parametere. Altså baserer operatørene sine borebeslutninger på ovennevnte informasjon og sin erfaring. Boring av borehull i et nytt område krever bedre forberedelse og større forståelse av de forventede undergrunnsformasjoner sammenlignet med områder hvor det tidligere har vært gjennomført vellykket boring av mange borehull. Effektiviteten i borearbeidet kan forbedres kraftig dersom operatøren kan simulere borevirksomheten for forskjellige typer formasjoner. Dessuten kan man oppnå en ytterligere økning i effektivitet dersom boreoppførselen til det spesifikke borehull som skal bores, kan simuleres.

LWD- og MWD-verktøyene og følerne eies og betjenes vanligvis av en tjenesteleverandør (kontraktør). Tjenesteleverandøren gir på grunnlag av de behandlede brønnhullsdata anbefalinger om regulering av riggens driftsparametere for å oppnå de øns-

kede mål som ligger i brønnplanen. På tilsvarende vis kan andre tjenesteleverandører gi informasjon om regulering av borefluidene og faststoff. Ytterligere en tjenesteleverandør kan yte tjenester i forbindelse med underbalansert boring. Alle disse tjenesteleverandører gir vanligvis sine egne særskilte anbefalinger med hensyn til justeringen av de ulike driftsparametere for å bevirke en ønsket forandring for å oppnå ønskede mål i boreplanen. Disse anbefalingene må imidlertid gjennomgås av riggoperatøren for å sikre at boreriggen har kapasitet til å utføre anbefalingene på en sikker og effektiv måte. Videre må anbefalingene gjennomgås av annet riggpersonell, som for eksempel oljeselskapets representant, for å sikre at de er forenlige og ikke vil ha noen ugunstig innvirkning på andre aspekter av borehullet. Det kan for eksempel være ønskelig å øke boreslammets sirkulasjonshastighet for å få en bedre fjerning av borekaks fra bunnen av borehullet. Dette tiltaket kan imidlertid få det innvendige trykket i borehullet til å stige over ønskelige grenseverdier, noe som kan føre til at borehullets produksjonskapasitet etter endt boring blir dårligere.

I dag får man disse anbefalinger til å harmonere gjennom organiserte eller ad-hoc-møter mellom tjenesteleverandørene, riggoperatøren og selskapets representant på riggen. Resultatene fra disse møtene meddeles riggoperatøren for iverksettelse. Det har lett for å oppstå feil under denne prosessen. For eksempel kan instruksene misoppfattes av riggoperatøren, eller de kan misoppfattes av borearbeiderne som de bringes videre til, og dermed utføres på feil vis. Det kan også skje at instruksene ikke videreformidles til borearbeidere på senere skift på korrekt vis. Eller det kan være at man under vurderingen av de ulike anbefalinger overser eller ser bort fra viktige begrensninger når det gjelder riggutstyrets kapasitet eller aspekter av brønnplanen som for eksempel borehullskvalitet og -fullstendighet, eller små, men viktige uforenligheter mellom anbefalingene. Selv når slike anbefalinger besluttet og videreformidles til riggoperatøren på riktig måte, er det fremdeles en ineffektiv eller mangelfull prosess som lar potensielt produktiv tid gå tapt på møter og innhenting av nødvendige tillatelser.

Det er blitt foreslått noe få systemer for automatisk drift av deler av en boreoperasjon. For eksempel beskriver amerikanske patenter US 6 233 524 og US 5 842 149 boresystemer i "lukket sløyfe" hvor det påvises flere borerelaterte parametere. Deretter justeres enten systemet automatisk på grunnlag av disse avleste betingelser, eller det ber en operatør om å foreta en justering. Disse systemer gir imidlertid ingen mekanismer for å tillate at flere enn én person styrer ulike aspekter av borearbeidet.

Som de viste "lukket sløyfe"-systemene illustrerer, eksisterer det en trend som går i retning av større automatisering i boreprosessen, hvor mangfoldige parametere som

én gang ble styrt manuelt av en enkelt borer, nå kan reguleres automatisk ved hjelp av en datamaskin, om enn med menneskelig hjelp i forbindelse med programmering av kontrollparametere og lignende i datautstyret. Men på tross av disse fordelene befinner det sted hvor kontrollparametere mates inn og overvåkes, seg fremdeles på dekket på boreriggen, og som en følge av dette er det fremdeles gitt at boreren betjener systemet. Som nevnt ovenfor, blir dette arrangementet vanskelig etter hvert som boreprosessene blir mer kompliserte. Som nevnt ovenfor, skjer det stadig oftere at beslutninger angående ideelle innstillinger for kontrollparametere ikke tas av boreren, og det ligger mange problemer i dagens fremgangsmåter for å samle og kanalisere informasjonen til boreren. Faktisk er det mulig for både slamloggingsfirmaer, borkro-

nefirmar og personell fra operatørselskapet som ikke befinner seg på stedet, men har tilgang til formasjons- og undersøkelsesdata, å stille inn og endre disse boreparametrene til gagn for boreprosessen. Det eksisterer et behov for systemer som vil gjøre det mulig å bruke slikt boreutstyr på en effektiv og strukturert måte.

Altså eksisterer det et behov for et system som overvinner problemene som knytter seg til de tidligere kjente systemer.

Fra publikasjonen US 6 389 360 B1 er det kjent en fremgangsmåte for å utvikle en boreplan for boringsbane for såkalte utilities under veger og fortau, hvor fremgangsmåten omfatter trinnene å innhente topografisk informasjon, informasjon fra eksempelvis elektrisitetsverk og vannverk vedrørende eksisterende utilities, og en påtenkt boringsbane for den nye boringen for å sette opp en revidert boreplan.

Ifølge den foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt en fremgangsmåte for å styre driften av en borerigg som har et styringssystem for å styre minst én ressursmodul, hvor fremgangsmåten innbefatter trinnene:

- a) programmering av nevnte styringssystem med minst ett sett driftsparametere, idet nevnte minst ene ressursmodul har minst én driftsmodell med minst ett sett programmerte driftsregler som angår det minst ene sett driftsparametere;
- b) anordning av tilgang til en flerhet av brukere;
- c) anordning av autentifiserende, hierarkisk tilgang til den minst ene ressursmodul for minst én bruker;
- d) idet nevnte autentifiserende, hierarkiske tilgang omfatter det å anordne et sett med autentifiseringsregler for å autentifisere nevnte minst ene bruker;
- e) å la den minst ene bruker legge inn en justert verdi for minst ett av driftsparametersettet i den minst ene ressursmodul;
- f) sammenligning av nevnte justerte verdi med nevnte minst ene sett program-

merte driftsregler, og at justering tillates dersom nevnte justerte verdi ligger innenfor nevnte driftsregler;

g) anordning av et varsel dersom nevnte justerte verdi ikke ligger innenfor nevnte driftsregler; og

5 h) anordning av en overstyring av en overordnet for å forhindre at nevnte justerte verdi tillates.

Den autentifiserende, hierarkiske tilgang programmeres fortrinnsvis på riggen.

Det er en fordel om en første, tildelt ressursmodul med et første sett driftsparametere er tilgjengelig kun for én bruker om gangen.

10 Fremgangsmåten kan videre omfatte et forriglingssystem som forhindrer justering av en driftsparameter i et andre sett driftsparametere i en andre, tildelt ressursmodul der hvor nevnte driftsparameter i nevnte andre sett driftsparametere er den samme som en driftsparameter i nevnte første sett driftsparametere. Det er en fordel om fremgangsmåten videre omfatter et forriglingssystem som forhindrer justering av en
15 driftsparameter i et andre sett driftsparametere i en andre, tildelt ressursmodul der hvor nevnte driftsparameter i nevnte andre sett driftsparametere er indirekte forbundet med nevnte første sett driftsparametere. Fortrinnsvis omfatter fremgangsmåten et forriglingssystem innrettet til å hindre andre brukere i å justere driftsparametere i andre ressursmoduler som potensielt ville kunne endre driftsparametere i den utkrys-
20 sede ressursmodul direkte eller indirekte, før den første ressursmodulen er frigitt av den nåværende bruker.

Fremgangsmåten omfatter fortrinnsvis anordning av fjerntilgang for kommunikasjon til styringssystemet. Det er en fordel om fremgangsmåten videre omfatter fremvising av nevnte minst ene sett driftsparametere på minst ett fjerntliggende sted. Det er en
25 fordel om autentifiseringsreglene omfatter bruk av minst én av (i) et passord, (ii) en fysisk nøkkel, (iii) en radiofrekvensidentifikasjonsinnretning, (iv) en fingeravtrykksinnretning, (v) en netthinneskanningsinnretning; og (vi) en digital programnøkkel.

Den minst ene driftsmodell og det minst ene sett driftsregler utgjør fortrinnsvis et nervesystemlignende nett for styring av riggen. Det minst ene sett driftsregler er for-
30 trinnsvis et ekspertsystem.

Den minst én ressursmodul omfatter fortrinnsvis minst én av: verktøykontroll, elektronisk boresystem; trykkstyring; faststoffkontroll; styringssystem for inn- og utkjøring; kontroll med nedihullsutstyr; og nedihulls måling under boring.

Det er en fordel om settet med driftsparametere styrer minst én av: toppdrevet rota-
sjonssystem; SCR-kontroller; heisespillkontroller; rpm; wob; trq; deltaP; pumpeslag;
styring av strupeventil; vibrasjonssiktkontroll; sentrifugekontroll inkludert omdrei-
ningshastighet til en sentrifuge; kontroll med kjemiske tilsetningsstoffer;

5 WAB/trykksvingningsgrenser; og sekvensplaner.

Brukeren er fortrinnsvis en tjenesteleverandør, idet fremgangsmåten videre omfatter
trinnet å tillate tjenesteleverandøren å gi anbefalinger for endringer av driftsparamete-
tere fra innhentede brønndata for å oppnå mål i brønnplanen. Nevnte driftsregler
sammenholdes fortrinnsvis med rigg- og utstyrskapasiteten og målene i brønnplanen.

10 Det er en fordel om nevnte driftsregler indikerer en ordre utenfor et verdiområde.
Trinnene med autentifiseringsregler utføres fortrinnsvis ved bruk av et ARMCS-nett.

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer også et dataprogramprodukt lagret på et
datamaskinanvendelig medium, hvor dataprogramproduktet omfatter: datamaskinles-
bart program for å bevirke en datamaskin til å styre driften av en borerigg som har
15 minst én ressursmodul ifølge følgende fremgangsmåte som inneholder trinnene:

a) programmering av et styringssystem med minst ett sett driftsparametere, idet
nevnte minst ene ressursmodul har minst én driftsmodell som har minst ett sett med
programmerte driftsregler som angår minst ett sett driftsparametere;

b) anordning av tilgang til en flerhet av brukere;

20 c) anordning av autentifiserende, hierarkisk tilgang til nevnte minste ene res-
sursmodul for minst én bruker;

d) idet nevnte autentifiserende, hierarkiske tilgang omfatter det å anordne et sett
med autentifiseringsregler for å autentifisere nevnte minst ene bruker;

e) å la den minst ene bruker legge inn en justert verdi for minst ett av settene
25 med driftsparametere i den minst ene ressursmodul;

f) sammenligning av nevnte justerte verdi med nevnte minst ene sett program-
merte driftsregler, og at justering tillates dersom nevnte justerte verdi ligger innenfor
nevnte driftsregler;

g) anordning av et varsel dersom nevnte justerte verdi ikke ligger innenfor nevnte
30 driftsregler; og

h) anordning av en overstyring av en overordnet for å forhindre at nevnte justerte
verdi tillates.

Fortrinnsvis lar dataprogramproduktet nevnte minst ene bruker legge inn en justert
verdi for minst ett av driftsparametersettene i den minst ene ressursmodul. Det er en
35 fordel om fremgangsmåten videre omfatter sammenligning av nevnte justerte verdi

med nevnte minst ene sett programmerte driftsregler, og at justering tillates dersom nevnte justerte verdi ligger innenfor nevnte driftsregler, og hvis ikke forhindres justering av verdien. Videre er det en fordel om fremgangsmåten videre omfatter anordning av et varsel dersom nevnte justerte verdi ikke ligger innenfor nevnte driftsregler.

- 5 Helst omfatter fremgangsmåten anordning av en overstyring av en overordnet for å forhindre at nevnte justerte verdi tillates. Den autentifiserende, hierarkiske tilgang programmeres fortrinnsvis på riggen. Det er en fordel om den minst ene ressursmodul kun er tilgjengelig for én bruker om gangen. Helst stilles det krav om overordnet godkjennelse for aksept av nevnte justerte verdi. Fortrinnsvis anordnes fjerntilgang for
- 10 kommunikasjon til styringssystemet. Nevnte minst ene sett driftsparametere kan fremvises på minst ett fjerntliggende sted.

- Det er en fordel om den minst ene styringsmodell og det minst ene sett driftsregler utgjør et nervesystemlignende nett for styring av riggen. Videre er det en fordel om en første tildelt ressursmodul med et første sett driftsparametere kun er tilgjengelig
- 15 for én bruker om gangen.

Dataprogramproduktet kan videre omfatte et forriglingssystem som forhindrer justering av en driftsparameter i et andre sett driftsparametere i en andre, tildelt ressursmodul der hvor nevnte driftsparameter i nevnte andre sett driftsparametere er den samme som en driftsparameter i nevnte første sett driftsparametere.

- 20 Dataprogramproduktet kan videre omfatte et forriglingssystem som forhindrer justering av en driftsparameter i et andre sett driftsparametere i en andre tildelt ressursmodul der hvor nevnte driftsparameter i nevnte andre sett driftsparametere er indirekte forbundet med en driftsparameter i nevnte første sett driftsparametere.

- Fremgangsmåtene ifølge den foreliggende oppfinnelse overvinner således de ovennevnte ulemper ved tidligere teknikk ved å anordne et automatisk riggstyringssystem med et hierarkisk og autentifisert kommunikasjonsgrensesnitt mot inndata fra de ulike tjenesteleverandører og riggdriften, og som gjør bruk av en styringsmodell for å tildele og innrette riggressurser etter driftsregler som er programmert inn i styringssystemet, for å oppnå den ønskede brønnplan innenfor de driftsbegrensninger boreriggutstyret
- 25 og borehullet setter.
- 30

Et eksempel på fremgangsmåten og dataprogramproduktet ifølge den foreliggende oppfinnelse beskrives med hensyn til en selvboende boresammenstilling hvor et borkronefirma får selektiv kontroll over deler av borearbeidet for å kunne oppnå visse

mål. Eksempelen illustrerer innlemming av sikkerhetstiltak og meldinger til boreren og andre om endringer i styringen av boresammenstillingen.

Eksempler på de viktigere trekk ved oppfinnelsen sammenfattes således i store trekk for at den derpå følgende detaljerte beskrivelse av samme skal kunne forstås bedre, og for at man skal forstå hvilket bidrag dette er til fagområdet. Oppfinnelsen har selv-
 sagt ytterligere trekk som vil bli beskrevet i det følgende, og som vil utgjøre gjenstanden for de vedlagte krav.

For i detalj å forstå den foreliggende oppfinnelse bør det refereres til den etterfølgende detaljerte beskrivelse av den foretrukne utførelse, hvor like elementer har fått like tall, og hvor:

Figur 1 er en prinsippskisse av et boresystem ifølge én foretrukket utførelse av den foreliggende oppfinnelse;

Figur 2 er et eksempel på en liste over ressursmoduler og tilhørende driftsparametere ifølge én foretrukket utførelse av den foreliggende oppfinnelse;

Figur 3 er et flytskjema over styringssystemets virkemåte ifølge én foretrukket utførelse av den foreliggende oppfinnelse;

Figur 4 er et eksempel på en interaktiv dataskjerm ifølge én foretrukket utførelse av den foreliggende oppfinnelse;

Figur 5 er et eksempel på en interaktiv dataskjerm ifølge én utførelse av den foreliggende oppfinnelse;

Figur 6 er en prinsippskisse som viser en hierarkisk styringsordning med flere nivåer for styring av boresystemet; og

Figur 7 er en prinsippskisse av ytterligere et eksempel på en hierarkisk styringsordning med flere nivåer for styring av boresystemet.

Figur 1 viser en prinsippskisse av et eksempel på et boresystem 10 med en boresammenstilling 90 som er vist ført inn i et borehull 26 for boring av brønnhullet. Boresystemet 10 innbefatter et tradisjonelt boretårn 11 med et dekk 12 som bærer et rotingsbord 14 som roteres ved hjelp av en drivmaskin, for eksempel en elektrisk motor (ikke vist), som styres ved hjelp av en motorstyringsanordning (ikke vist) ved en ønsket omdreiningshastighet. Motorstyringsanordningen kan være et styrt silisiumlikertersystem (silicon controlled rectifier – SCR) som er velkjent innen fagområdet. Bore-

strengen 20 innbefatter et borerør 22 som forløper nedover fra rotasjonsbordet 14 gjennom en trykkbegrensningsinnretning 15 og ned i borehullet 26. Trykkbegrensningsinnretningen 15 drives vanligvis hydraulisk og kan omfatte følere (ikke vist) for påvisning av driftsparametere og styring av aktiveringen av trykkbegrensningsinnretningen 15. En borkrone 50 som er festet i enden av borestrengen, knuser ved rotasjon de geologiske formasjoner for å bore borehullet 26. Borestrengen 20 er forbundet med et heisespill 30 via en drivrørskjøt 21, svivel 28 og line 29 gjennom en remskive (ikke vist). Under borearbeidet betjenes heisespillet 30 for å regulere vekten på borkronen, noe som er en viktig parameter som har innvirkning på borehastigheten. Heisespillets 30 funksjon er velkjent innen fagområdet og beskrives derfor ikke i detalj i dette skrift. Den tidligere beskrivelse retter seg mot en landbasert rigg, men oppfinnelsen som beskrives i dette skrift kan like gjerne anvendes med et hvilket som helst bore-system til havs. Videre kan ulike deler av riggen automatiseres i varierende grad, som for eksempel å bruke et toppdrevet rotasjonssystem i stedet for et drivrør, og oppfinnelsen som beskrives i dette skrift kan like gjerne brukes i slike systemer. Til slutt kan det benyttes alternativer til tradisjonelle borerigger, som for eksempel kveilrørsystemer, til å bore borehull, og oppfinnelsen som beskrives i dette skrift kan like gjerne brukes i slike systemer.

Under borearbeider sirkuleres et hensiktsmessig, trykksatt borefluid 31 fra en slam-tank (kilde) 32 og gjennom borestrengen 20 ved hjelp av en slampumpe 34. Borefluidet 31 strømmer ut av slampumpen 34 og inn i borestrengen 20 via en trykkutjevningsbeholder 36, fluidledning 38 og drivrørskjøten 21. Borefluidet 31 strømmer ut i bunnen 51 av borehullet gjennom en åpning i borkronen 50. Borefluidet 31 sirkulerer oppover i hullet gjennom ringrommet 27 mellom borestrengen 20 og borehullet 26, og strømmer tilbake til slamtanken 32 via et faststoffreguleringssystem 36 og deretter gjennom en tilbakestrømningsledning 35. Faststoffreguleringssystemet kan omfatte vibrasjonssikteapparater, sentrifuger og automatiske kjemikalietilsetningssystemer (ikke vist) som kan inneholde følere for styring av ulike driftsparametere, for eksempel sentrifugeomdreiningshastigheter. Mye av utstyret er situasjonsavhengig og kan av en fagperson enkelt bestemmes for en bestemt brønnplan uten unødvendig eksperimentering.

Det er installert ulike følere for overvåkning av riggssystemene. For eksempel er en føler S_1 som gir informasjon om fluidgjennomstrømningsraten, fortrinnsvis plassert i ledning 38. En dreiemomentføler S_2 på overflaten og en føler S_3 tilknyttet borestrengen 20 gir informasjon om henholdsvis borestrengens dreiemoment og omdreiningshastighet. Dessuten brukes det en føler (ikke vist) knyttet til line 29 for å fremskaffe

borestrengens 20 kroklast. Andre følere (ikke vist) er knyttet til motordriftsystemet for å kontrollere at drivsystemet fungerer riktig. Disse kan innbefatte, men begrenser seg ikke til følere for fastlegging av parametere som motorens omdreiningshastighet, vikingsspenning, vikingsmotstand, motorens strømstyrke og motortemperatur. Andre
 5 følere (ikke vist) brukes for å vise drift og regulering av de ulike typer faststoffreguleringsutstyr. Ytterligere følere (ikke vist) er knyttet til trykkbegrensningsutstyret for å vise tilstanden i det hydrauliske system og arbeidstrykket i utblåsingssikringen og strupeventilen som hører til trykkbegrensningsinnretningen 15.

Følersignalene fra riggen mates inn i en styringssystemprosessor 60 som vanligvis
 10 befinner seg i boresjefens rom 47 eller operatørens rom 46. Alternativt kan prosessoren 60 plasseres på et hvilket som helst hensiktsmessig sted på riggen. Prosessoren 60 kan være en datamaskin, minidatamaskin eller mikroprosessor som utfører programmerte instruksjoner. Prosessoren 60 har lagringskapasitet, et permanent lager og inn/utinnretninger. I prosessoren 60 kan det benyttes en hvilken som helst lageren-
 15 het, permanent lager eller inn/utinnretning som er kjent innen fagområdet. Prosessoren 60 er også funksjonsmessig forbundet med heisespillet 30 og andre mekaniske eller hydrauliske deler av boresystemet 10 for styring av bestemte parametere i boreprosessen. I ett utførelseseksempel omfatter prosessoren 60 en selvboende (autodriller) sammenstilling av en type som er kjent innenfor fagområdet, for innstilling av en
 20 ønsket WOB og andre parametere. Prosessoren 60 tolker signalene fra riggfølerne og andre inndata fra tjenesteleverandører og viser forskjellig tolket-, tilstands- og alarminformasjon i både tabell- og grafiske bilder på dataskjermer 60, 61 og 49. Disse skjermer kan tilpasses for å muliggjøre brukergrensesnitt og inntasting ved skjermene 60, 61 og 49. Figur 4 viser et eksempel på en interaktiv, grafisk brukerskjerm som
 25 kan tilpasses for bruk med dette systemet. Det kan være flere tilgjengelige skjermbilder som operatøren kan kalle opp, hvor disse viser ulike riggfunksjoner. Hver skjermkonsoll 60, 61, 49 kan vise andre bilder enn de andre konsoller på samme tid. Tolket- og tilstandsinformasjon kan sammenlignes med brønnplanmodeller for å avgjøre om det er nødvendige med korrigerende endringer for å opprettholde gjeldende
 30 brønnplan. Modellene kan foreslå hensiktsmessige korrigerende endringer og be om tillatelse til å iverksette slike korrigerende endringer. Tolket- og tilstandsinformasjon kan også ved hjelp av fastkopplings- eller trådløse teknikker 48 fjernmåles til fjerntliggende steder vekk fra brønnen. Data fra riggstedet kan for eksempel overvåkes fra et selskaps hovedkontor.

35 I enkelte anvendelser roteres borekronen 50 ved kun å rotere borerøret 22. I mange andre anvendelser anordnes det imidlertid en borkronemotor 55 (slammotor) i bore-

sammenstillingen 90 for rotasjon av borkronen 50, og borerøret 22 roteres normalt for å supplere rotasjonskraften dersom det er nødvendig og for å bevirke endringer i boreretningen. Slammotoren 55 roterer borkronen 50 når borefluidet 31 strømmer gjennom slammotoren 55 under trykk. Uansett vil borkronens 50 ROP (Rate of penetration - gjennomtrengingsrate) inn i borehullet 26 for en gitt formasjon og boresammenstilling stort sett være avhengig av vekten på borkronen og borkronens omdreiningshastighet.

Boresammenstilling 90 kan omfatte en MWD- eller LWD-sammenstilling som kan omfatte følere som fastslår boredynamikken, retnings- og/eller formasjonsparametere.

De avleste verdier overføres ofte til overflaten via en kjent slampulsgiverordning og mottas av en føler 43 som er montert i ledning 38. Trykkimpulsene påvises ved hjelp av kretssystemer i mottaker 40, og dataene behandles ved hjelp av en mottaksprosessor 44. Som et alternativ kan det benyttes et hvilket som helst hensiktsmessig, kjent telemetrisystem.

MWD- og LWD-verktøyene og -følerne eies og betjenes vanligvis av en tjenesteleverandør. Tjenesteleverandøren gir ut fra de behandlede brønndata anbefalinger for justering av riggdriftsparametere for å oppnå ønskede mål i brønnplanen. Andre tjenesteleverandører kan på tilsvarende vis levere informasjon om reguleringen av borefluider og faste bestanddeler. Ytterligere en tjenesteleverandør kan kanskje yte tjenester innenfor avviksboring. Alle disse tjenesteleverandører og riggoperatøren kommer vanligvis med sine egne anbefalinger angående justeringen av de ulike driftsparametere for å bevirke en ønsket endring og oppnå ønskede mål i en brønnplan. Disse anbefalinger kan være uforenlige. Figur 2 viser en begrenset eksempelliste over riggdriftsparametere og hvordan disse kan være knyttet til ressursmodulene for å styre ulike funksjoner, ifølge én foretrukket utførelse. For eksempel står "pumpetakt" i sammenheng med pumpegjennomstrømningsraten og er i én foretrukket utførelse knyttet til flere ressursmoduler, slik som trykkstyring, faststoffregulering og styring av nedihulls MWD-verktøy. Ved ett sett eksempelvis betingelser kan det være nødvendig å øke gjennomstrømningsraten for å få en bedre fjerning av borekaks fra borehullet. Imidlertid kan det i trykkstyringssystemet ligge et krav om begrensnings av gjennomstrømningsraten for å opprettholde borehullets produksjonskapasitet. Det er derfor tydelig at det kan foreligge motstridende krav til ulike riggdriftsparametere. Fagfolk på området vil kunne se for seg mange flere ressursmoduler.

I én foretrukket utførelse, se figur 3, logger en bruker seg inn 101 på systemet ved én av konsollene. Brukeren logger seg inn ved bruk av autentifiseringsmetode som kan

innbefatte, men ikke er begrenset til minst én av (i) et passord, (ii) en fysisk nøkkel, (iii) en radiofrekvensidentifikasjonsinnretning, (iv) en fingeravtrykksinnretning, (v) en netthinnescanningsinnretning og (vi) en digital programnøkkel. En hvilken som helst annen egnet fremgangsmåte for autentifisering kan benyttes. For eksempel kan et

5 passord være programmert inn i styringssystemet for å gjenkjenne brukeren og bestemme hvilke ressurser som er tilgjengelige for brukeren 104 og hvilke mulighet han skal ha til å bevirke en korreksjon i en riggdriftsparameter 103. Figur 4 viser for eksempel en hierarkisk brukerautorisasjonstabell som kan programmeres inn i styringssystemet. Som vist på figur 5, har ulike brukere tilgang til ulike ressurser og krever

10 også forskjellige autorisasjonsnivåer for å kunne utføre endringer. Bruker 1 har for eksempel tillatelse til å endre styringsparametere for brønnverktøy gjennom passord-autorisasjon. Bruker 4 krever imidlertid et passord og manuell bekreftelse for å gjennomføre en endring i trykksvingnings-/trykkfallparametere. I en situasjon hvor flere brukere søker å få tilgang til samme ressurser, vil den hierarkiske autorisasjonstabellen som er programmert inn i styringsprosessen, også avgjøre i hvilken rekkefølge

15 hver forespørrende bruker får tilgang til den ønskede ressurs. En boresjef vil for eksempel typisk ha prioritet foran andre brukere. Idet det henvises til figur 3, vil et forriglingssystem blokkere andre brukeres tilgang til en bestemt ressursmodul så snart denne ressursmodul er allokert til en bruker. I tillegg vil forriglingssystemet hindre

20 andre brukere i å justere driftsparametere i andre ressursmoduler som eventuelt vil kunne endre driftsparametere i den utkryssede ressursmodul direkte eller indirekte, før den første ressursmodulen frigis av den omtalte bruker 105. Blokkerte parametere og ressursmoduler kan som oftest fremdeles vises på skrivesperrebasis (read-only). Et eksempel på en konfliktsituasjon når det gjelder direkte justering av driftsparametere i

25 en annen ressursmodul er ovennevnte "pumpetakt"-eksempel. Pumpetakt inngår som en driftsparameter i flere ressursmoduler. Hver av disse moduler kan allokeres til forskjellige brukere samtidig. Driftsreglene og forriglingssystemet oppretter prioriteter for å avgjøre hvilken modul som får tilgang til pumpetakt. Prioriteringen avhenger av driften. Ved en indirekte innvirkning på en driftsparameter påvirkes en første driftsparameter i en første tildelt ressursmodul av en endring i en andre driftsparameter i en

30 andre tildelt ressursmodul. For eksempel kan pumpens utløpstrykk være en driftsparameter i en første ressursmodul og slamvekt i en andre ressursmodul. Selv om de ikke representerer noen direkte konflikt, kan endringer i slamvekt som kjent forårsake endringer i bunnhullstrykket. Driftsreglene og forriglingssystemet utvikles for å forhindre slike indirekte konflikter.

35

Idet det igjen henvises til figur 3, beordrer brukeren en forandring i en parameter 106. Endringen sammenholdes med driftsreglene 107. Driftsreglene 107 omfatter

regler angående rigg- og utstyrskapasitet og målene i brønnplanen. Brukeren kan for eksempel beordre at pumpetakten forandres slik at den ligger utenfor pumpens grense. Driftsreglene 107 vil kunne vise at det foreligger et krav om noe som ligger utenfor pumpens område. I et annet eksempel kan endringen ligge innenfor riggkapasiteten, men vil kunne forårsake en situasjon som ville sette brønnplanen på spill gjennom å forårsake en for stor gjennomstrømningsmengde og gjøre skade på borehullet. Reglene kan også være tilpasningsegnet (adaptive) og/eller gjøre bruk av fuzzylogikkteknikker som er kjent innen fagområdet. Systemet kan for eksempel ha en regel for å påvise brå variasjoner i pumpeutløpstrykket. En plutselig reduksjon i utløpstrykk uten at pumpen stopper kan tyde på et pumpeproblem. En plutselig økning kan tyde på blokkering av strømmen. Det kan opprettes et alarmbånd om det nominelle pumpeutløpstrykk. Normal drift av riggen kan imidlertid kreve forandringer i det nominelle utløpstrykk. Alarmbåndet må tilpasse seg slik at det vekslende nominelle utløpstrykk hele tiden holdes på samme relative sted innenfor alarmbåndet. Alternativt kan reglene omfatte et ekspertsystem av regler som for eksempel er utviklet på basis av lignende brønnarbeider og brønnplaner. Reglene kan oppdateres på stedet.

Idet det fremdeles henvises til figur 3, vil endringen gjøres 111 med korrekt autorisasjon dersom ordren 106 om endring av parameter er akseptabel, og ressursene frigis når brukeren logger ut 113. Dersom ordren 106 om endring av parameter tillates, vil en melding 108a sendes til alle brukere på systemet. Dersom endringen ikke er tillatt, vil systemet forhindre at endringen utføres 109, og det utløses en alarm 110. Dersom en predikasjonsmodell er programmert inn i styringssystemet, foreslås en predikasjonsverdi 112 for bruk til innmating som endringsordre 106, og sammenholdes igjen med driftsreglene 107. Dersom endringen tillates, gjøres endringen 111 og ressursene frigis når brukeren logger ut 113. På et mellomtrinn, 111a på figur 3, sjekker systemet om det skal gjøres flere endringer før ressursene frigis ved utlogging (trinn 113). Dersom dette er tilfelle, går systemet tilbake til "endringsordre"-blokken 106 og de påfølgende trinn i prosessen gjentas. Tilgangstabellen og autorisasjonsnivåene kan programmeres inn i systemet fra et hovedkontor og kan modifiseres på riggen. Alternativt kan tilgangstabellen og autorisasjonsnivåene legges inn og modifiseres på riggen.

Som beskrevet ovenfor, gir systemet manuell tilgang for brukere. Som et alternativ kan det opprettes elektronisk tilgang fra en tjenesteleverandørs datamaskin via en kommunikasjonskanal. Kommunikasjonskanalen kan være fast koplet, optisk eller et hvilket som helst trådløst system. Kommunikasjonstilgangen kan være kontinuerlig eller på forespørselsbasis. Autorisasjonen kan være digitale høysikkerhetspassord til-

svarende de som er i vanlig bruk for internettransaksjoner. Slike systemer er allment tilgjengelige. Systemet vil fremdeles oppdage endringsordrer som ligger utenfor verdiområder ("out-of-range") og håndtere disse anomalier slik det ovenfor beskrives i forbindelse med manuelle "out-of-range"-ordrer. Systemet kan automatisk foreslå en

5 korrigert ordre.

I en annen foretrukket utførelse kan driftsreglene og modellen utgjøre et nervesystemlignende nett for styring av riggen. Nervesystemlignende nett er velkjente innen fagområdet, og det finnes kommersielle systemer som kan være til hjelp ved opprettelse av disse. I ett eksempel kan de forskjellige målefølerdata være inndata til det

10 nervesystemlignende nett som har en ønsket planlagt borehastighet langs en på forhånd bestemt brønnbane. Det nervesystemlignende nett justerer på iterativt vis vektingsparametere knyttet til knutepunkter i nettet, for å "lære" de riktige reguleringsinnstillinger for de ulike driftsparametere og oppnå det ønskede mål.

I en annen foretrukket utførelse gjennomføres den foreliggende oppfinnelse som et

15 sett instruksjoner på et datamaskinlesbart medium, omfattende ROM, RAM, CD ROM, Flash eller et hvilket som helst annet lesbart medium, foreløpig kjent eller ukjent, som ved utførelse får en datamaskin til å iverksette fremgangsmåten ifølge den foreliggende oppfinnelse.

Et driftseksempel på et hierarkisk riggstyringssystem 120 inndelt i flere nivåer, og

20 tilhørende fremgangsmåter ifølge den foreliggende oppfinnelse fremsettes ved hjelp av figur 6. Styringsenheten 60 er i form av eller rommes i en tidligere kjent automatisk borekontrollinnretning (autodriller), derfor vil disse to betegnelser i det etterfølgende i all hovedsak bli brukt om hverandre. Styringsenheten/den automatiske borekontrollinnretning 60 er på figur 6 vist funksjonsmessig forbundet med boresystemet 10. Det

25 finnes et datasystem 120 som er knyttet sammen i et nettverk ved bruk av de tidligere beskrevne innretninger, hovedsakelig dataskjermene for 60 så vel som 61, 49 og andre, fast koblede eller trådløse nettverksforbindelser 48, og hensiktsmessig programmerte rutere, datamaskiner og andre innretninger som innen fagområdet er velkjente i forbindelse med danning av et slikt nettverkskopledd datasystem. Datasystem

30 122 vil bli omtalt som det automatiske riggstyringssystem (Automated Rig Management Control System – ARMCS) som forbinder borkronefirmaet 124, operatørselskaps personell 126 som ikke befinner seg på riggen, og personell 128 på riggen, med hverandre. Dette eksemplet går ut fra at borkronefirmaet 124, siden de innehar ekspertisen på boreoptimalisering, har fått ansvar for å velge boreparametere for den

35 automatiske borekontrollinnretning 60 på en slik måte at boresystemet 10 blir styrt på

optimal måte. Selvborere er velkjente innen fagområdet, og gjør det mulig for en borer å stille inn på en ønsket vekt på borkronen (WOB). Deretter vil den automatiske borekontrollinnretning gi ut line 29 fra heisespillet 30 etter behov for å opprettholde denne WOB. I dag finnes det flere avanserte heisespill som også lar boreren stille inn maksimal ROP, hvilket i realiteten er den høyeste utmatingsrate for linjen 29, i tillegg til dreiemoment- og pumpetrykkparametere. Mange selvborere tillater også at linjen 29 spoles tilbake på trommelen, noe som i realiteten hever bunnhullsstrengen (BHA) 50.

I dette eksemplet er det ønskelig at personell 126 fra operatørselskapet som ikke befinner seg på riggen, og riggpersonell 128 underrettes hver gang borkronefirmaet 124 foreslår å ta styring over (eller oppgi kontrollen over) boreprosessen ved hjelp av boresystem 10. I tillegg er det ønskelig at riggpersonell 128, og særlig boreren, blir informert hver gang parameterne endres mer enn det som er bestemt på forhånd, og dessuten at det er et krav at slike ikke ubetydelige endringer skal autoriseres av boreren som finnes blant riggpersonellet 128. Ifølge dette eksempel skal det ikke være mulig for noen av de som betjener boreutstyret (dvs. personer fra borkronefirmaet 124, operatørselskapet 126 eller riggpersonellet 128), å beordre boresystemet til å utføre en handling som enten er farlig eller fysisk umulig for borearrangementet å utføre. Om man for eksempel skulle prøve å beordre styreenheten 60 til å øke WOB til åtte milliarder pund, noe som helt klart er et urealistisk tall, ville endringen bli forhindret ifølge beslutningsblokker 108 og 109 på figur 3. Man kan i dette eksempel anta at borkronefirmaet 124 vil ta kontrollen over borearrangementet for å stille inn planlagt WOB slik at ROP (gjennomtrengingsraten) for en bestemt type borkrone maksimaliseres. Det er imidlertid også ønskelig å begrense ROP til en maksimalverdi for å sikre at fluider som sirkulerer i borehullet, på en effektiv måte kan transportere borekaks opp fra borkronen 50.

Gjennom ARMCS-nettet 122 vil borkronefirmaet 124 kreve tilgang for spesielt å kreve bruk av og kontroll over den automatiske borekontrollinnretning 60. ARMCS'et 122 er blitt forhåndsprogrammert med de ovenfor skisserte policyer og ønsker, det vil si (1) at borkronefirmaet 124 tillates kontroll over den automatiske borekontrollinnretning 60; og (2) at personell 126 fra operatørselskapet som ikke befinner seg på riggen, og riggpersonellet 128 skal underrettes hver gang borkronefirmaet 124 har til hensikt å regulere (eller oppgi kontrollen over) den automatiske borekontrollinnretning 60. Følgelig lar autorisasjonsreglene 103 i ARMCS borkronefirmaet 124 logge seg på systemet ved for eksempel å bruke et passord som er utstedt til borkronefirmaet fra operatørselskapet, som vist i blokk 102 på figur 3. I henhold til de på forhånd programmerte regler sender ARMCS 122 en melding til driftspersonell som ikke befin-

ner seg på riggen, og riggpersonellet om at borkronefirmaet har til hensikt å regulere den automatiske borekontrollinnretning. ARMCS 122 vil dessuten sjekke at den automatiske borekontrollinnretning 60 er tilgjengelig for regulering (blokk 105 på figur 3). Boreren 128 på riggen kan for eksempel ha reservert den automatiske borekontrollinnretning 60 for egen bruk. I det tilfellet vil boreren 128 måtte frigi den automatiske borekontrollinnretning 60 før borkronefirmaet 124 tar kontroll over den. Dersom man går ut fra at den automatiske borekontrollinnretning 60 er tilgjengelig for regulering, lar ARMCS 122 borkronefirmaet 124 ta kontroll over den automatiske borekontrollinnretning 60.

På dette punkt kan borkronefirmaet 124 bruke en bilde skjerm (ikke vist) tilsvarende den som brukes på figur 4, for å vise parameterne for den automatiske borekontrollinnretning 60, og en innmatingsinnretning (tastatur etc.) spesielt for å bestemme mål for WOB og ROP. Så snart disse verdiene er matet inn, anvender ARMCS'et 122 et regelsett 107 (se figur 3) for å avgjøre om det kan tillate at det settes slike parametre. I henhold til driftsreglene 107 vil boreren 128 bli underrettet dersom forskjellen mellom de foreslåtte verdier for ROP og WOB er større enn en på forhånd bestemt verdi, som for eksempel mer enn et på forhånd fastslått prosenttall, og det bes om at han gir tillatelse 109 til at endringen utføres. Videre vil ARMCS'et 122 kontrollere at de verdier som er lagt inn for WOB og ROP, er fysisk mulige å utføre, og at de ikke utgjør noen fare for riggen eller personellet. Det er for eksempel mulig at borkronefirmaet ved en feil programmerer inn et mål på 300 000 pund WOB. Så mye vekt ville kunne knuse mange borkroner, og derfor ville ARMCS'et 122 være forhåndsprogrammert til ikke å tillate en slik endring 109 og i stedet sende en alarm 110 til borkronefirmaet angående dette.

Når borkronefirmaet 124 ikke lenger behøver å ha kontroll over den automatiske borekontrollinnretning 60, sender det en ordre til ARMCS'et 122 om å frigi den automatiske borekontrollinnretning 60, som vist ved blokk 113 på figur 3. I henhold til de ovenfor spesifiserte driftsregler 107 blir personell 126 fra operatørselskapet som ikke befinner seg på riggen, og riggpersonell 128 underrettet om at borkronefirmaet 124 oppgir kontrollen over den automatiske borekontrollinnretning 60. På dette tidspunkt blir den automatiske borekontrollinnretning tilgjengelig for andre autoriserte brukere som kan ta kontrollen over det. Dermed kan borkronefirmaet 124 kontrollere aspekter av boreprosessen i boresystemet 10 uten at boreren må stille inn boreparametere. Dessuten er det ikke viktig hvor borkronefirmaets personell oppholder seg. De kan være på riggen eller vekk fra riggen, men med fjerntilgang.

Selv om ovennevnte eksempel er brukt i forbindelse med styring av en selvborer 60, og særlig den WOB som en selvborer 60 tilveiebringer, bør det være tydelig at systemet og fremgangsmåtene ifølge den foreliggende oppfinnelse kan anvendes med annet riggutstyr via fjernstyring av slikt utstyr. For eksempel kan faststoffreguleringsutstyr fjernstyres av borefluideksperter som kan bestemme hvilket slambehandlingsutstyr og hvilke tilsetningsstoffer som vil være de gunstigste å tilsette for å optimalisere boreprosessen. I et annet eksempel vil geostyringsverktøyer kunne fjernstyres fra et sted hvor operatørene har betydelig erfaring med geostyring og/eller bedre tilgang på relevante formasjonsdata.

Figur 7 viser på skjematisk vis ytterligere et eksempel på en hierarkisk ordning for styring av den ovenfor beskrevne selvborer 60. I denne utførelse finnes en overordnet styringsenhet 202 som har den samlede kontroll over flere underordnede enheter 204, 206, 208 som alle har kontroll (som vist ved linje 210) over ett eller flere aspekter av betjeningen av den automatiske borekontrollinnretning 90, som vist ved linjer 212 på figur 7. Den kontroll som indikeres ved hjelp av linjer 212, er ment å skulle vise tilstedeværelsen av nettverksrettigheter via ARMCS-datanettet 122, som beskrevet tidligere. Kontrollen som indikeres ved hjelp av linje 210, er ment å skulle indikere retten til overordnet styring i nettverket. Den overordnede styringsenhet 202 kan være en hvilken som helst av de tidligere nevnte enheter, dvs. boreren som befinner seg på riggen 128, borkronefirmaet 124, operatørselskapet 126 eller en annen enhet. Tilsvarende kan de underordnede enheter 204, 206, 208 være hvilke som helst av disse samme enheter. Ved bruk kan en hvilken som helst av de underordnede enheter 204, 206, 208 ta kontroll over enkelte aspekter av styringen av boresystemet via selvborer 60, på en ovenfor beskrevet måte. Den overordnede styringsenhet 202 beholder imidlertid muligheten for å opprettholde overordnet kontroll over boresystemet gjennom selektiv utestengning av én eller flere av de enkelte underordnede enheters 204, 206, 208 kontroll 212. Dersom man for eksempel antar at boreren på riggen er den overordnede enhet 202, underordnede enhet 204 er borkronefirmaet, og enheter 206 og 208 er personer som befinner seg borte fra riggen, men som er tilknyttet operatørselskapet. Dersom borkronefirmaet 124 skulle prøve å stille WOB inn på en altfor høy verdi via fjernstyring, vil den overordnede enhet 202 kunne bryte kontrollen 212 som borkronefirmaet 204 ville ha i forhold til den automatiske borekontrollinnretning 90. Med hensyn til diagrammet som er vist på figur 3, vil dette kunne skje så snart borkronefirmaet beordret endringen i blokk 106. Driftsreglene 107 ville kreve at den overordnede enhet 202 skal gi tillatelse til justering av WOB. Når en slik endring avslås av den overordnede enhet 202, vil kontroll over WOB gå tilbake til den overordnede enhet 202.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for å styre driften av en borerigg som har et styringssystem (60) for å styre minst én ressursmodul (30, 34, 55), k a r a k t e -
5 r i s e r t v e d at fremgangsmåten innbefatter:
 - a) programmering av nevnte styringssystem (60) med minst ett sett driftsparametere, idet nevnte minst ene ressursmodul (30, 34, 55) har minst én driftsmodell med minst ett sett programmerte driftsregler (107) som angår det minst ene sett driftsparametere;
 - 10 b) anordning av tilgang til en flerhet av brukere (124, 126, 128, 202, 204, 206, 208);
 - c) anordning av autentifiserende, hierarkisk tilgang (105) til den minst ene ressursmodul for minst én bruker (124, 126, 128, 202, 204, 206, 208);
 - d) idet nevnte autentifiserende, hierarkiske tilgang (102, 103, 104, 105)
15 omfatter det å anordne et sett med autentifiseringsregler (103) for å autentifisere nevnte minst ene bruker;
 - e) å la den minst ene bruker (124, 126, 128, 202, 204, 206, 208) legge inn en justert verdi (106) for minst ett av driftsparametersettet i den minst ene ressursmodul (30, 34, 55);
 - 20 f) sammenligning (108) av nevnte justerte verdi med nevnte minst ene sett programmerte driftsregler (107), og at justering tillates dersom nevnte justerte verdi (106) ligger innenfor nevnte driftsregler (107);
 - g) anordning av et varsel (110) dersom nevnte justerte verdi ikke ligger innenfor nevnte driftsregler (107); og
 - 25 h) anordning av en overstyring (202) av en overordnet for å forhindre at nevnte justerte verdi tillates.
2. Fremgangsmåte som angitt i krav 1, hvor den autentifiserende, hierarkiske tilgang (102, 103, 104, 105) programmeres på riggen.
3. Fremgangsmåte som angitt i krav 1, hvor en første, tildelt ressursmodul (30,
30 34, 55) med et første sett driftsparametere kun er tilgjengelig for én bruker (124, 126, 128, 202, 204, 206, 208) om gangen.
4. Fremgangsmåte som angitt i krav 2, hvor den videre omfatter et forriglings-system som forhindrer justering av en driftsparameter i et andre sett driftsparametere i en andre, tildelt ressursmodul (30, 34, 55) der hvor nevnte drifts-

parameter i nevnte andre sett driftsparametere er den samme som en driftsparameter i nevnte første sett driftsparametere.

5. Fremgangsmåte som angitt i krav 2, hvor den videre omfatter et forriglings-system som forhindrer justering av en driftsparameter i et andre sett driftsparametere i en andre, tildelt ressursmodul (30, 34, 55) der hvor nevnte driftsparameter i nevnte andre sett driftsparametere er indirekte forbundet med nevnte første sett driftsparametere.
5
6. Fremgangsmåte som angitt i krav 2, hvor den videre omfatter et forriglings-system innrettet til å hindre andre brukere i å justere driftsparametere i andre ressursmoduler (30, 34, 55) som potensielt ville kunne endre driftsparametere i den utkryssede ressursmodul direkte eller indirekte, før den første ressursmodulen er frigitt av den nåværende bruker.
10
7. Fremgangsmåte som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, hvor den videre omfatter anordning av fjerntilgang for kommunikasjon til styrings-systemet (60).
15
8. Fremgangsmåte som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, hvor den videre omfatter fremvising av nevnte minst ene sett driftsparametere på minst ett fjerntliggende sted.
9. Fremgangsmåte som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, hvor autentifiseringsreglene (103) omfatter bruk av minst én av (i) et passord, (ii) en fysisk nøkkel, (iii) en radiofrekvensidentifikasjonsinnretning, (iv) en fingeravtrykksinnretning, (v) en netthinneskanningsinnretning; og (vi) en digital programnøkkel.
20
10. Fremgangsmåte som angitt i krav 1, hvor den minst ene driftsmodell og det minst ene sett driftsregler utgjør et nervesystemlignende nett for styring av riggen.
25
11. Fremgangsmåte som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, hvor det minst ene sett driftsregler er et ekspertsystem.
12. Fremgangsmåte som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, hvor minst én ressursmodul (30, 34, 55) omfatter minst én av: verktøykontroll, elektronisk boresystem; trykkstyring; faststoffkontroll; styringssystem for
30

inn- og utkjøring; kontroll med nedihullsutstyr; og nedihulls måling under boring.

- 5 13. Fremgangsmåte som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, hvor settet med driftsparametere styrer minst én av: toppdrevet rotasjonssystem; SCR-kontroller; heisespillkontroller; rpm; wob; trq; deltaP; pumpeslag; styring av strupeventil; vibrasjonssiktkontroll; sentrifugekontroll inkludert omdreiningshastighet til en sentrifuge; kontroll med kjemiske tilsetningsstoffer; WAB/trykksvingningsgrenser; og sekvensplaner.
- 10 14. Fremgangsmåte som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, hvor brukeren (124, 126, 204, 206, 208) er en tjenesteleverandør, idet fremgangsmåten videre omfatter trinnet å tillate tjenesteleverandøren å gi anbefalinger for endringer av driftsparametere fra innhentede brønndata for å oppnå mål i brønnplanen.
- 15 15. Fremgangsmåte som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, hvor nevnte driftsregler (107) sammenholdes med rigg- og utstyrskapasiteten og målene i brønnplanen.
16. Fremgangsmåte som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, hvor nevnte driftsregler (107) indikerer en ordre utenfor et verdiområde.
- 20 17. Fremgangsmåte som angitt i hvilket som helst av de foregående krav, hvor nevnte trinn med autentifiseringsregler (103) utføres ved bruk av et ARMCS-nett (122).
- 25 18. Dataprogramprodukt lagret på et datamaskinanvendelig medium, hvor dataprogramproduktet omfatter: datamaskinlesbart program for å bevirke en datamaskin til å styre driften av en borerigg som har minst én ressursmodul (30, 34, 55) ifølge følgende fremgangsmåte som inneholder trinnene,
k a r a k t e r i s e r e s v e d:
- 30 a) programmering av et styringssystem (60) med minst ett sett driftsparametere, idet nevnte minst ene ressursmodul (30, 34, 55) har minst én driftsmodell som har minst ett sett med programmerte driftsregler (107) som angår minst ett sett driftsparametere;
- b) anordning av tilgang til en flerhet av brukere (124, 126, 128, 202, 204, 206, 208);
- c) anordning av autentifiserende, hierarkisk tilgang (102, 103, 104, 105) til nevnte minste ene ressursmodul for minst én bruker (124, 126, 128, 202,

204, 206, 208);

d) idet nevnte autentifiserende, hierarkiske tilgang (102, 103, 104, 105) omfatter det å anordne et sett med autentifiseringsregler (103) for å autentifisere nevnte minst ene bruker;

5 e) å la den minst ene bruker legge inn en justert verdi for minst ett av settene med driftsparametere i den minst ene ressursmodul (30, 34, 55);

f) sammenligning (108) av nevnte justerte verdi med nevnte minst ene sett programmerte driftsregler, og at justering tillates dersom nevnte justerte verdi ligger innenfor nevnte driftsregler (107);

10 g) anordning av et varsel (110) dersom nevnte justerte verdi ikke ligger innenfor nevnte driftsregler (107); og

h) anordning av en overstyring av en overordnet for å forhindre at nevnte justerte verdi tillates.

15 19. Dataprogramprodukt som angitt i krav 18, hvor det videre lar nevnte minst ene bruker (124, 126, 128, 202, 204, 206, 208) legge inn en justert verdi for minst ett av driftsparametersettene i den minst ene ressursmodul.

20. Dataprogramprodukt som angitt i krav 18, hvor den autentifiserende, hierarkiske tilgang (102, 103, 104, 105) programmeres på riggen.

20 21. Dataprogramprodukt som angitt i krav 18, hvor den minst ene ressursmodul (30, 34, 55) kun er tilgjengelig for én bruker (124, 126, 128, 202, 204, 206, 208) om gangen.

22. Dataprogramprodukt som angitt i krav 18, hvor det videre omfatter et krav om overordnet godkjenning for aksept av nevnte justerte verdi.

25 23. Dataprogramprodukt som angitt i krav 18, hvor det videre omfatter anordning av fjerntilgang for kommunikasjon til styringssystemet (60).

24. Dataprogramprodukt som angitt i krav 18, hvor det videre omfatter fremvising av nevnte minst ene sett driftsparametere på minst ett fjerntliggende sted.

30 25. Dataprogramprodukt som angitt i krav 18, hvor den minst ene styringsmodell og det minst ene sett driftsregler (107) utgjør et nervesystemlignende nett for styring av riggen.

26. Dataprogramprodukt som angitt i krav 18, hvor en første tildelt ressursmodul (30, 34, 55) med et første sett driftsparametere kun er tilgjengelig for én bruker (124, 126, 128, 202, 204, 206, 208) om gangen.
- 5 27. Dataprogramprodukt som angitt i krav 26, hvor den videre omfatter et forrig-
lingssystem som forhindrer justering av en driftsparameter i et andre sett
driftsparametere i en andre, tildelt ressursmodul (30, 34, 55) der hvor nevnte
driftsparameter i nevnte andre sett driftsparametere er den samme som en
driftsparameter i nevnte første sett driftsparametere.
- 10 28. Dataprogramprodukt som angitt i krav 26, hvor den videre omfatter et forrig-
lingssystem som forhindrer justering av en driftsparameter i et andre sett
driftsparametere i en andre tildelt ressursmodul (30, 34, 55) der hvor nevnte
driftsparameter i nevnte andre sett driftsparametere er indirekte forbundet
med en driftsparameter i nevnte første sett driftsparametere.

2/6

EKSEMPLER PÅ "RESSURSER" SOM KAN BLI SJEKKET UT

1. VERKTØYKONTROLLER (HVERT SJEKKET UT INDIVIDUELT)
 - TOPPDREVVET ROTASJONSSYSTEM
 - SCR KONTROLLER
 - HEISESPILLKONTROLLER
2. ELEKTRISK BORESISTEM
 - RPM, WOB, TRQ, ΔP
 - PUMPESLAG, HEISESPILL
3. TRYKKSTYRINGSSYSTEM
 - PUMPESLAG
 - STYRING AV STRUPEVENTIL
4. FASTSTOFFKONTROLL
 - PUMPESLAG
 - VIBRASJONSSIKTKONTROLL
 - SENTRIFUGEKONTROLL
 - KONTROLL MED KJEMISKE TILSETNINGSSSTOFFER
5. STYRINGSSYSTEM FOR INNKJØRING
 - HEISESPILL, KOPLINGSMASKIN FOR BORERØR
 - RPM
 - GRENSER FOR TRYKKSvingning/TRYKKFALL
6. KONTROLL MED NEDIHULLSUTSTYR
 - PUMPESLAG
 - RPM
 - SEKVENSPLEANER

FIG. 2

3/6

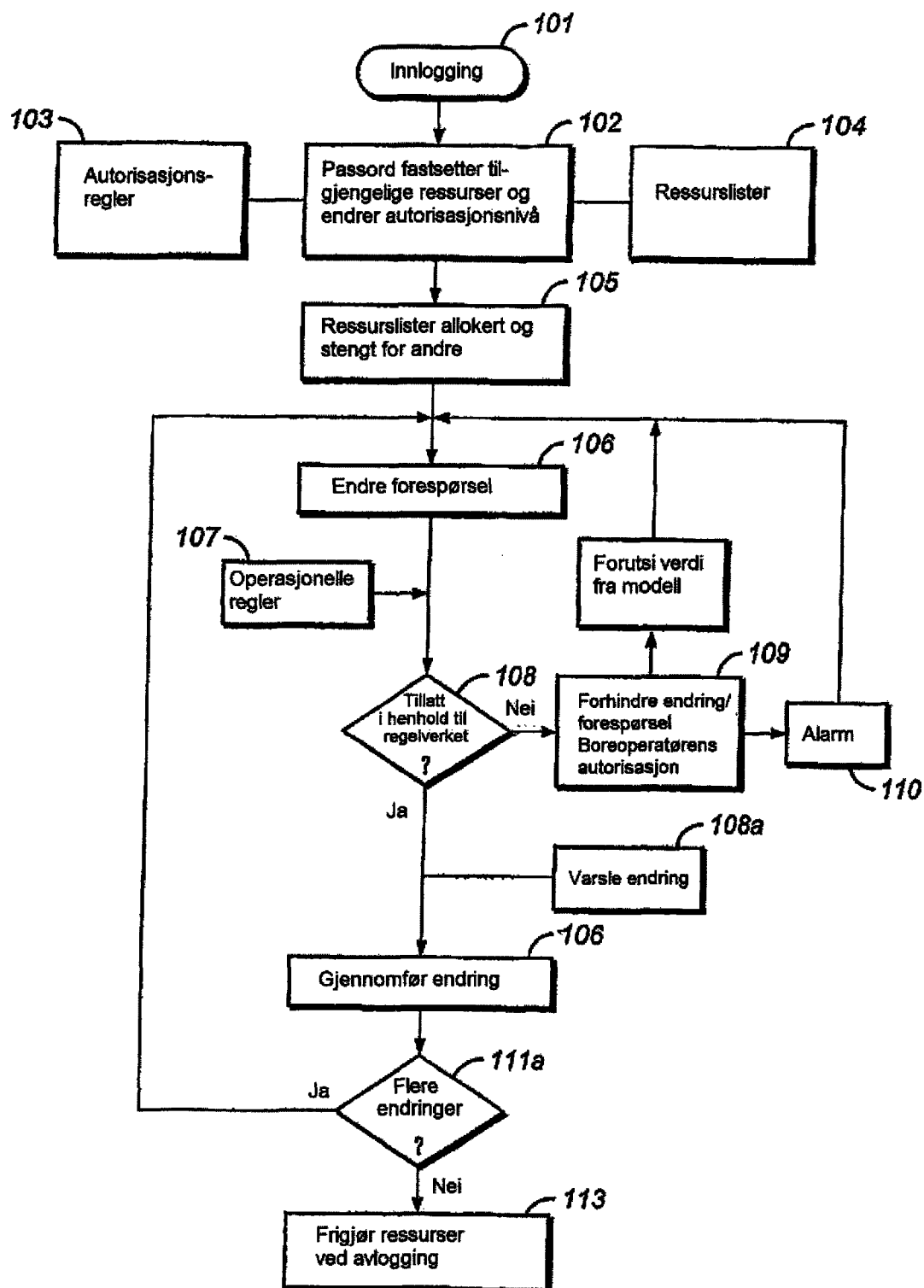


FIG. 3

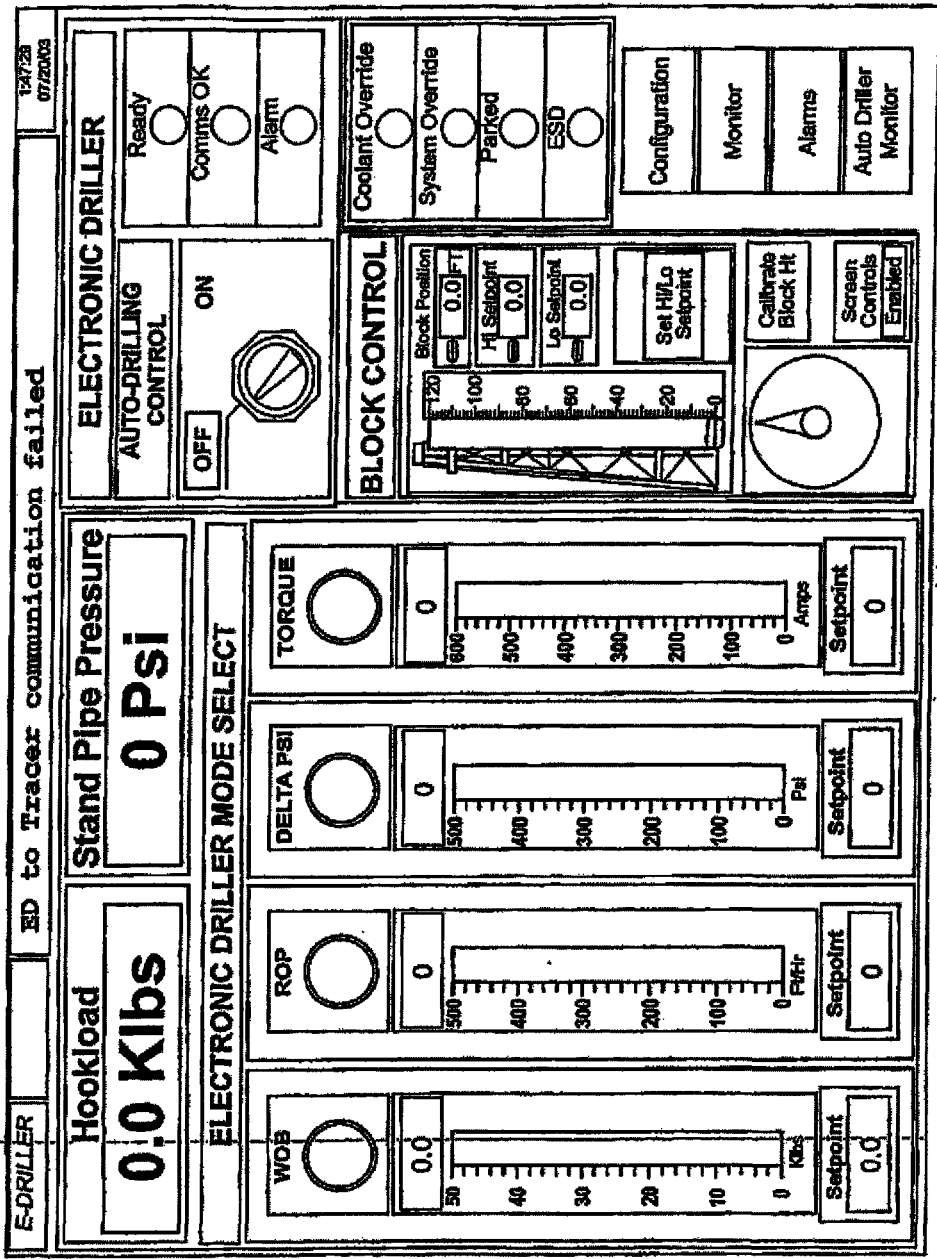


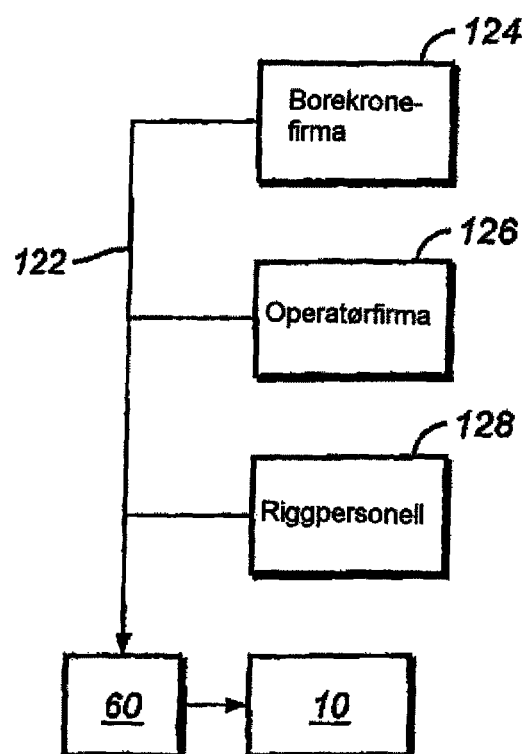
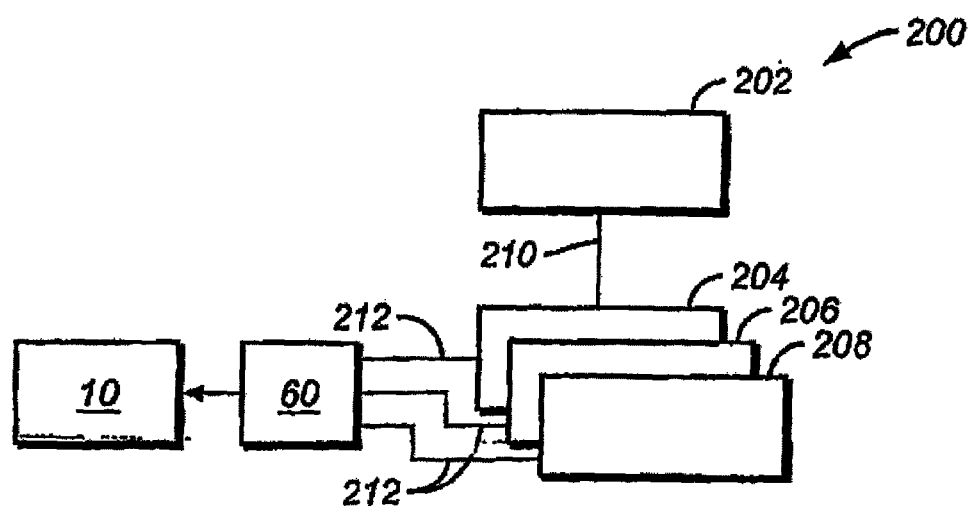
FIG. 4

5/6

USER AUTHORIZATION SCREEN				
MODIFY?	ORGANIZATION	USER	AUTHORIZATION	RESOURCES
☐	CONTRACTOR 1	USER1	PASSWORD	DOWNHOLE TOOL CONTROL
☐	CONTRACTOR 1	USER2	KEY-ACCESS	ELECTRONIC DRILLER
☐	CONTRACTOR2	USER3	SUPERVISED	TOP DRIVE & PIPE HANDLER
☐	CONTRACTOR3	USER4	PASSWORD W/MANUAL ACKNOWLEDGE	SWAB/SURGE CONTROL

FIG. 5

6/6

**FIG. 6****FIG. 7**