



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **325613**

(13) **B1**

NORGE

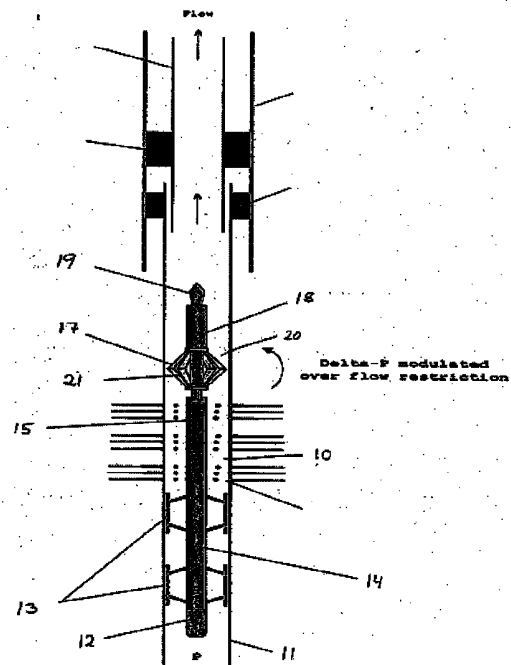
(51) Int Cl.
E21B 47/18 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20044338	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2004.10.12	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2004.10.12	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2006.04.18		
(45)	Meddelt	2008.06.30		
(73)	Innehaver	Well Technology AS, Skogstøstraen 25, 4029 STAVANGER		
(72)	Oppfinner	Øyvind Godager, Risøytoppen 11B, 3290 STAVERN		
(74)	Fullmektig	Onsagers AS, Postboks 6963 St Olavs Plass, 0130 OSLO		

(54)	Benevnelse	System og fremgangsmåte for trådløs dataoverføring i en produksjons- eller injeksjonsbrønn ved hjelp av fluidtrykkfluktasjoner
(56)	Anførte publikasjoner	US 4078620, US 5586804
(57)	Sammendrag	

Oppfinnelsen angår et system og en fremgangsmåte for trådløs datatransmisjon i et åpent prosessregime, f.eks. en produserende (eller injiserende) brønn knyttet til olje- og gassproduksjon, idet systemet omfatter midler for datainnsamling, midler for datakonvertering, midler for trådløs datatransmisjon, kontrollmidler, effektkilde, og en statisk pulsgenereringsanordning tilpasset for å generere statiske trykkfluktasjoner i brønnfluidet. Datakonverteringsmidlene er tilpasset for å konvertere data til et forenklet tallformat for å bli transmittert av de induserte fluktasjonene i prosessfluidet.



Oppfinnelsen angår et trådløst system for datainnsamling og overføring i borehull så vel som en trådløs fremgangsmåte for å overføre data fra anordninger lokalisert i borehullkompletteringer.

Bakgrunn

5 For å optimalisere opphenting, er oljeindustrien avhengig av å samle data fra brønner og reservoarer. Disse data danner basis for nær hver avgjørelse med hensyn til utvikling og drift av et oljefelt, omfattende hvor mye brønner skal lokaliseres, vedlikeholdsprogrammer og allokering/kontroll av produksjon.

10 På grunn av dette behovet for data, blir mange brønnapplikasjoner i dag komplettert med permanent installerte trykk- og temperaturovervåkningsanordninger. De fleste systemer tilgjengelige i dagens marked krever elektrisk forsyning og kommunikasjonslinjer som løper lengden til nedihullsrøret fra brønnhodet ned til nedihullsmåleren (dvs. nedihullskomplettering), vanligvis sikret ved å benytte klemmer festet til røret. Å feste/tilpasse kabler til røret (komplettering) er en

15 tidsforbrukende aktivitet som forlenger installasjonstiden sammenlignet med rørinstallasjon uten nedihullsmålere. Under installasjon av tradisjonelle målere, er kabler, klemmer, spleiser, gjennombrytere og/eller kontakter svært eksponert og er naturlige feilmekanismer. Hvis skade opptrer, er det verste tilfellescenario at hele lengden til røret må trekkes tilbake for å erstatte en ødelagt kabel. Hvis det ødelagte

20 utstyret kan repareres i hullet, må en brønnserviceoperasjon utføres.

Andre borehullsanordninger, slik som multifaseflowmetere, sanddetektorer, ventiler, strupinger, sirkulasjonsanordninger (sluttelementer), og lignende er mindre vanlig å installere som en del av en permanent borehullkomplettering, men der hvor dette er tilfelle opptrer samme problemer som beskrevet over.

25 Permanent installerte datainnsamlingsanordninger lider ofte av en vesentlig grad av feil og dette fører til begrenset oppnåelig informasjon fra reservoaret. Dette kan ha en alvorlig påvirkning på forståelsen og modelleringen av reservoaret og redusere reservoarets opphentingsfaktor.

30 På grunn av barskt miljø og høye temperaturer i brønnen, har slik instrumentering begrenset forventet levetid og feiler tradisjonelt på grunn av langtidsfeilmekanismer og misbruk av teknologi. Avhengig av brønnbetingelser, varierer levetiden til denne teknologien fra noen få måneder til noen få år. Det er derfor et behov for fremgangsmåter og systemer som tillater overvåkning når de permanente overvåkningssystemene har feilet, og gjenopptar/opprettholder derved kontinuiteten

35 av dataflyten fra brønnen. Fortrinnsvis bør erstatnings-/hjelpemetoden kunne intervenseres ved hjelp av brønnserviceteknikker og ikke kreve rekomplettering av brønnen.

Også, særlig for olje- og gassbrønner på grunt vann og landmarked, er kostnadseffektive alternativer til kabelbaserte permanente instrumenteringer ansett å

være svært attraktive. Oppfinnelsen og teknologien kan altså anvendes både som en erstatning for feilete kabelbaserte systemer eller en frittstående, foretrukket datainnsamlingsløsning for mindre, noe lavproduserende felter.

Kjent teknikk

5 WO 02/059459 viser et eksempel på et system for kommunikasjon utplassert under boring av borehull i jorda for olje- eller gassutforskning og produksjon. Systemet omfatter sensorer for å måle parametere i brønner og har en anordning for å overføre denne informasjonen til andre enheter forbundet til systemet (dvs. mottakere). Informasjonen ble modulert og transmittert som trykkpulser. Dette systemet anvender et lukket rørsystem hvor borefluidet fra boreoperasjonen som skrider frem sirkuleres og brukes som transmisjonsmedium.

Denne og lignende teknikker kjent som "måling under boring" (MWD og/eller LWD - logging under boring) er basert på raske trykkpulser generert av "pulserings-"anordninger som forplanter seg gjennom boreslammet med lydshastigheten i et lukket-løkke-system. MWD/LWD benyttes i forbindelse med boring av brønnen men er ikke ansett å kunne tilpasses til systemer med produserende brønner. Grunnen til dette er at produserende brønner omfatter fri gass, som forhindrer at MWD/LWD-metodene kan anvendes på pålitelig måte, ettersom signaler utstrakt dempes i gassfasen. MWD/LWD-teknikker omfatter å transmittere signalet gjennom et fluid (boreslam) som pumpes inn i borerøret under boreprosessen, dvs. transmisjonsmediet kan "fanges" mellom overflatepumpene og en anordning som modulerer sirkulasjonen av borefluider, dvs. opererer i en lukket løkkekonfigurasjon i de fleste kjente anvendelser. Også, for MWD/LWD-prosesser, er fluidkolonnen (boreslam) et kontinuerlig medium gjennom prosesslinjen for signaltransmisjonen og brønnen produserer ikke under MWD/LWD. Imidlertid, for underbalanserte borescenarioer, tillates noe brønn/reservoarfluid å strømme inn i borehullet under boring, men dette innstrømningsmønsteret avviker vesentlig fra det kommersielle produksjonstilfellet.

Alternative trådløse systemer er basert på akustiske og/eller elektromagnetiske prinsipper er også kjent å eksistere. Imidlertid er disse karakterisert ved et begrenset transmisjonsområde og økende effektbehov som en funksjon av signaltransmisjonsavstand, og dermed begrenset levetid. Disse teknikkene kan også stå overfor problemer i kompletteringer som omfatter trekk slik som ekspansjonssammenføyninger, PBR-anordninger, pakkere, svært ledende fluider og støyfulle produksjonslinjer ettersom disse bærer potensialet å svekke, forvrengte eller ødelegge det trådløse signalet mellom anordninger.

US 4078620 angår en fremgangsmåte og apparat for telemetering av informasjon fra et punkt i et brønnborehull til jordoverflaten. Nedihullsinformasjon fra rotasjonsboreoperasjoner overføres til en overflate- eller fjernlokasjon ved hjelp av

ventilering av borefluidet fra det indre av boret til borehullsannulusen i et binærkodet format.

5 US 5586084 angår en slamoperert pulsanordning for bruk i et MWD-system. Slampulsanordningen kan generere trykkpulser i boreslamkolonnen med ulike amplituder.

Hensikten med oppfinnelsen

10 Hensikten med oppfinnelsen er å tilveiebringe et system for trådløs datainnsamling og overføring i en brønn og en trådløs metode for å overføre data fra brønnen som kan installeres før så vel som etter start av produksjon og hvor transmisjonen av data utføres uten vesentlig påvirkning på produksjonsprosessen i brønnen (slik som rekomplettering).

Hensikten med oppfinnelsen oppnås ved hjelp av trekkene i patentkravene.

Oppfinnelsen

15 Systemet i henhold til oppfinnelsen omfatter midler for datainnsamling, midler for datakonvertering, midler for trådløs datatransmisjon, kontrollmidler, kraftforsyning, midler for installering, opphenting, midler for forankring, midler for vibrasjonskontroll og en statisk pulsgenereringsanordning tilpasses for å generere statiske trykkfluktuasjoner i brønnfluidet. I tillegg er en signalmottaker på overflaten og tolknings-/rapporteringsystem del av oppfinnelsen.

20 En hovedforskjell fra MWD/LWD-teknikker er at oppfinnelsen anvender statiske pulser for hvilke tidsintervaller er lik eller overskrider tidskonstanten for det produserende brønnsystemet. Dette er forklart mer detaljert senere i dokumentet.

Datainnsamling

25 Datainnsamling kan oppnås ved hjelp av tradisjonell sensortechnologi utformet for å overvåke den interessante parameter, f.eks. kvartssensorer for å overvåke trykk og temperatur i hullet.

Datakonvertering

30 Midler for datakonvertering konverterer målingene som er oppnådd til en heltallsverdi eller lignende forenklet tallrepresentasjon. Dette er gjort for å forenkle overføring av dataene og for å øke datatransmisjonsraten på grunn av relativt høy oppløsning og kompleksitet av råmålinger. Dette er en type datakompresjonsteknikk, idet data reprosesseres til et foretrukket format med liten størrelse, særlig tilpasset for transmisjon over en kommunikasjonslink med relativt lav båndbredde. F.eks. kan data fra nedihullssensorer konverteres til et
35 heltallsnummer som representerer det som måles og så bli transmittert, eller bli transmittert som et direkte tegn som representerer rådata eller en ingeniørenhet.

Datatransmisjon

Datatransmisjonsmidlene danner et meldingsformat fra de konverterte data som skal transmitteres ved statisk trykkpulsing. Nummeret generert av

datakonverteringsmidlene kan modelleres for transmisjon ved hjelp av enhver koding eller modellasjonsteknikk, f.eks. ved å benytte DPSK (Differential Phase Shift Keying) moduleringssteknikk, noe som resulterer i en god transmisjonseffektivitet og små feilrater.

- 5 I én foretrukket utførelse av oppfinnelsen, blir data transmittert ved bruk av basebåndtransmisjon. Basebåndtransmisjon er en effektiv metode for transmisjon gjennom en link med begrenset båndbredde. Den er dermed egnet for datatransmisjon i f.eks. et prosessrør. Basebåndtransmisjon benyttet ingen bærefrekvensmodulasjon, men dataene blir transmittert direkte som pulser i
10 brønnfluid. Fordi det ikke er noen modullerings-/demoduleringskrets, kan datatransmisjonsmidlene være mindre komplekse og dermed egnet for en link med lav båndbredde.

Kontrollmidler

- 15 Kontrollmidlene kan være en separat enhet eller være en integrert del av f.eks. datatransmisjonsmidlene. I én utførelse kan midler for datakonvertering, datatransmisjon og kontroll være integrert i én enhet. Kontrollmidlene kontrollerer systemet. Kontrollmidlene kan f.eks. være programmert til å logge data med en bestemt samplingsrate for transmisjon til mottakeren eller kontrollmidlene kan omfatte prosesseringsmidler for å være i stand til å utføre enkeltprosessering, slik
20 som å beregne middelværdien til sensorene over en bestemt tidsperiode for transmisjon av middelværdien kun eller andre ønskelige operasjoner. Kontrollmidlene kan være tilpasset til å motta og gi respons på instruksjoner transmittert fra en annen lokalisering, slik som fra et kontrollsystem utenfor brønnen og kan i noen anvendelser være tilpasset til å motta og videresende signaler
25 fra andre signalkilder eller andre lignende systemer.

Systemenergi

- Energikilden kan være selvenergivende midler som genererer energi fra slik som strømmen (f.eks. propeller og turbin eller lignende arrangement), vibrasjoner, og/eller temperaturen til prosessen. Alternativt sjøvannsbatterier som benytter annulusfluidet som elektrolytt, ringromgeneratorer (turbiner) i kraft av trykkstøt fra
30 overflater, radioaktive effektgeneratorer. Eksempler på slike selvkraftgivende anordninger er beskrevet i US 3 970 877 (piezoelektrisk element bundet til en membran), US 6 253 847 (benytter sjøvann i et batteri med produksjonsstrengen som katode, et ulikt metall som anode og annulusfluidet som elektrolytt) og US
35 søknad 2000/0040379 (vibrasjoner i fluidstrøm). I en foretrukket utførelse av oppfinnelsen er en kraftkilde (generator) kombinert med et oppladbart batteri og/eller superkondensator for å tilveiebringe energi til systemet for lange tidsperioder.

- 40 Alternativt kan energikilden være en ikke-fornybar energilagring slik som et batteri eller en annen egnet energikilde i brønnen. Et viktig trekk ved oppfinnelsen er

forventet lavt effektforbruk og knapt noen økning i dette som funksjon av signaleringsavstand. Dette er en vesentlig forskjell fra alternative trådløse kommunikasjonssystemer foreslått for samme anvendelse.

- 5 I en annen utførelse er den ikke-oppladbare battericellen erstattbar ved hjelp av brønnintervensjonsmetoder. I videre utførelser er en oppladbar battericelle og/eller superkapasitansanordninger kombinert med effektgenereringsmodul.

Installasjon og opphenting (retrieval)

- 10 Midlene for installasjon og opphenting er standardmidler som eksisterer i industrien i dag og systemet installeres i brønnen ved å benytte teknikker slik som de som er kjent i dette tekniske feltet som electric-line, slick-line, coiled tubing eller traktoroperasjoner. Disse er alle anordninger, verktøy og metoder for utplasserings-, loggings- eller vedlikeholdsoperasjoner i brønner og relaterte prosesssystemer. Det statiske trykkpulskommunikasjonssystemet kan være tilpasset for installasjon i brønnen etter installasjon av kompletteringen/prosesssystemet i brønnen. Imidlertid kan det også installeres som del av kompletteringsstrengen, dvs. som en integrert del av produksjonsrøret ved hjelp av skrudde gjengeinnfestinger.

Forankring

- 20 Systemet er i en foretrukket utførelse av oppfinnelsen festet i kompletteringen ved hjelp av forankringsanordningen (alternativt skrus den på røret i en permanent installasjon). Forankringsanordningen kan være enhver egnet anordning tilpasset for å feste en anordning til brønnen. Forankringsanordningen kan være tilpasset til å passe inn i eksisterende forankringsarrangementer i brønnen. I én utførelse har systemet grensesnitt mot kjente kommersielle forankringsanordninger, slik som pakkere og målerhengere og rørledningsgjenger (den sistnevnte for permanent installasjon). I en annen utførelse er forankring en innebygget funksjon i systemet.

For det tilfelle å benytte en målerhenger eller analog forankringsanordning: dette angår tilfellet hvor pulsgenereringsanordningen er en sentrert anordning som danner pulsstøt i brønnstrømmen ved hjelp av å ekspandere inn i ringrommet mellom verktøylegemet og rørveggen.

- 30 For tilfelle å benytte en paker eller analog forankringsanordning: dette forankringssystemet omfatter en forsegling mot rørveggen i røret for å føre brønnstrømmen gjennom verktøylegemet for å generere pulser ved hjelp av en indre strupeutforming. Packeren tilveiebringer dermed muligheten for forbiføring av strømmen, dvs. den leder prosessstrømmen gjennom den statiske pulsgenereringsmodulen til apparatet.

I én utførelse er et permanent installert systemlegeme med gjenget forbindelse til produksjonsrøret for permanent installasjon kombinert med opphentbare systemkomponenter, enten opphentbar i sin helhet eller for komponentbasis.

Vibrasjonskontroll

I én utførelse er en vibrasjonsreducerende modul inkludert i systemet. Typisk er denne lokalisert på en avstand fra forankringsanordningen for å redusere verktøyvibrasjoner som kan skade delikate komponenter. I én utførelse er den

5 vibrasjonsreducerende modulen en kommersiell sentraliseringsanordning, alternativt en kommersiell målerhenger eller pucker med en stingermonasje for å forhindre "halen" til systemet fra å vibrere. I en annen utførelse er vibrasjonen kontrollert ved hjelp av en innebygget kamanordning som danner en del av systemet.

Statisk pulsgenereringsanordning

10 Den statiske pulsgenereringsanordningen er en anordning tilpasset for å generere statiske trykkfluktuasjoner i brønnprosesssystemer. Ved definisjon betyr statisk herved trykkendringer innenfor prosesssystemet i tidsdomenet lik eller over (beyond) tidskonstanten til prosesssystemet som definert senere i dette dokumentet. Apparatet omfatter en bevegbare restriksjonsanordning (endelig operator eller anordning) eller

15 annen anordning, som er i stand til å endre strømmen til produksjonsfluidet for å danne en trykkreduksjon eller oppbygning (dvs. statisk puls) innenfor prosesssystemet.

Dette betyr at for produserende brønner med et lavt gass-til-væske-forhold, kan den statiske pulsgenereringsanordningen omfatte elementer for å endre trykket i

20 brønnfluidet mer, f.eks. ved hjelp av trykkpulser som forplanter seg med lydshastigheten i det aktuelle fluidet.

Eksempler på anvendbare anordninger kan være dyseventiler, nåleventiler, solenoidventiler, portventiler, glideventiler, roterende skiveventiler, kuleventiler, modellerende strømningsrestriksjon (paraplyanordning), kaskadestrupe, plugg-og-

25 bur-strupeanordninger, hylse-og-bur-strupeanordninger (eksterne/interne), hylse og sete, nål og sete og lignende, operert av en aktuator.

Aktuatoren kan gi ut enhver lineær eller ikke-lineær, langsgående, tvunnet, roterende eller kombinasjonsbevegelse. Strømningsrestriksjonene kan være forankret direkte på innerveggene i prosesssystemet slik at en sentrert prosesstrøm

30 blir modellert, eller restriksjonen kan være en sentrert anordning i prosessrøret og dermed modellere en ringroms- eller omgivende prosesstrøm. Aktuatoren kan være elektrisk drevet, hydraulisk drevet, termisk drevet eller en kombinasjon av slike, slik som elektrohydraulisk drevet. Pulsgenereringsanordningen kan omfatte én eller flere av de nevnte anordningene parallelt eller i serie. Den statiske

35 pulsgenereringsanordningen er kontrollert av kontrollmidlene.

I en alternativ utførelse av oppfinnelsen benyttes strømningsmodulasjoner (f.eks. overflateavlesninger) heller enn trykkmodulasjoner (dvs. overflateavlesninger) for signaltransmisjons- og mottakerformål.

Sviktsikker forrangsanordning (overriding device)

Et sviktsikkert forrangssystem kan være tilveiebrakt, som sikrer at pulsgenereringsanordningen går til en "passiv" modus hvis energiforsyningen eller en annen systemkomponent feiler. Ved "passiv" er det ment at

5 pulsgenereringsanordningen returnerer fra hvilken tilstand den har ved opptreden av en feil, tilbake til originalposisjonen, hvor en minimal strupeeffekt påtrykkes på brønnstrømmen. Intensjonen til sviktsikringsforrangssystemet er å unngå at apparatet blir permanent låst i en "aktiv" posisjon hvor den påtrykker en strupeeffekt på brønnsystemet.

10 I én utførelse av oppfinnelsen er sviktsikringsfunksjonen i form av en fjær som sammentrykkes av aktuatoren når den er i driftsmodus. Her går aktuatoren inn i "nøytral" modus i tilfelle av svikt i effekten, hvorpå fjæren returnerer strupeposisjonen til den opprinnelige.

I en foretrukket utførelse av oppfinnelsen er sviktsikringssystemet i form av en fjær

15 som blir sammentrykket av aktuatoren når den er i driftsmodus. I dette tilfellet holdes aktuatoren i låst posisjon av en dedikert anordning når den ikke er i drift. I tilfelle av en svikt i kraftforsyningen eller annen systemsvikt, bringer aktuatorlåseanordningen aktuatoren fra låst til nøytral posisjon, hvorpå fjæren returnerer strupeposisjonen til den opprinnelige. Fordelen med dette arrangementet

20 er at den ikke trekker mer effekt for å holde tidssikringsfjæren sammentrykket når den er i drifts- (strupe) modus.

Overflatesignalmottaker og tolkningssystem

Generelt vil systemet benytte trykksensorer som allerede er på plass i brønnhodet (med tilknyttet maskinvare) for å registrere trykkpulsene fra det nedihulls

25 telemetrisystemet. I tillegg kan en separat datamaskin være tilveiebrakt sammen med systemet, eller alternativt kan programvare installeres i eksisterende datamaskiner knyttet til den aktuelle brønnen. Imidlertid kan overflatesystemet også omfatte trykk- eller alternative sensorer som er installert i forbindelse med systeminstallasjonen nedihulls - for det spesifikke formål.

30 I én utførelse er signaler trukket ut fra det eksisterende datainnsamlingssystemet (Data Acquisition System, DAS) knyttet til det interessante oljefeltet. Data kan innsamles fra det eksisterende DAS som har blitt satt på plass for å motta data fra brønnhodets trykksensorer. Denne innsamlingen kan oppnås ved å installere dedikert programvare, eller ved å linke en separat datamaskin til det eksisterende

35 DAS. Dette vil overvåke tidsprofilen ved brønnhodet og trekke ut data fra trykkfluktuasjoner som definert og modulert i tidsdomenet. På denne måten får man tilveiebrakt relevante data fra retrofrittsensorene i hullet.

I en annen utførelse blir signalene innsamlet ved å forbikoble det eksisterende datainnsamlingssystemet. En separat datamaskin med den nødvendige programvare

40 og grensesnitt kan være forbundet til kommunikasjonslinken mellom brønnhodets

trykksensor og eksisterende DAS. På denne måten blir trykkdataene kontinuerlig overvåket, og trykkpulsene identifisert, av en uavhengig DAS.

For en anvendelse hvor nye overflatesensorer tilveiebringes som del av installasjonen, vil samme uavhengige DAS benyttes for å lese og tolke data.

5 *Typisk anvendelse og drift*

Det statiske trykkpulssystemet vil typisk benyttes når ordinære sensorer i brønnen svikter i løpet av produksjonen. Alternativt kan systemet installeres før start av produksjonen. Sensorene utfører de ønskede målingene. Målingene kan utføres kontinuerlig eller med intervaller. Data fra sensorene blir så konvertert til enkle binære tall (eller lignende kode som representerer rådata eller en ingeniørenhet) ved hjelp av datakonverteringsmidler, og den statiske pulsgenereringsanordningen generer fluktusjoner i brønnfluidet som representerer det binære tallet (eller ekvivalent). Fluktusjonene i brønnfluidet vil så detekteres ved deteksjonsmidler lokalisert på overflaten, på havbunnen eller enhver annen plassering på eller i prosesssystemet.

Brønnfluidet som utgjør mediet for å generere statiske fluktusjoner er den regulære strømmen/i brønnen. Systemet kan dermed tilpasses for installasjon og drift i en villstrømprosess, dvs. en åpen prosess. I dette tilfellet kan de statiske fluktusjonene være overlagret på strømmen i den åpne prosessen/ville strømmen.

20 *Initialisering*

Systemet initialiseres fortrinnsvis etter installasjon, men før driftsstart. Denne initialiseringen utføres ved å registrere tidsforsinkelsen fra genereringen av fluktusjonen i fluidet til deteksjon av samme fluktusjon med mottakerstasjonen. Denne tidsforsinkelsen gir en tidskonstant som benyttes i tolking av de mottatte signalene. Typisk vil nedihullsmodulen være programmert til å først transmittere pulser ved en forhåndsbestemt hastighet og en gitt pulsperiode gjennom oppstart. Responskurvene vil overvåkes for å innstille overflatemottakeren i henhold til prosesstidskonstanten (beskrevet senere i dette dokumentet, og trykkrespons).

Adaptivt system

30 Nedihullssystemmodulen kan være utformet til å være adaptive kontrollmidler, noe som betyr at trykksensoren er lokalisert nedstrøms pulsgeneratoren og benyttet for å overvåke og kontrollere pulstransmisjonen i en lukket løkkekonfigurasjon. En intern spørreprotokoll benytter altså tilbakekobling fra trykksensoren til å justere strupeposisjonen for å muliggjøre en optimal pulsfase og amplitude i tidsdomenet som er tilpasset prosesssystemet.

35 Gjennom levetiden til systemet vil typisk nedihulls eller aktiv transmitter innstille seg i henhold til prosesssystemets tidskonstant og endre karakteristikkene til startpulsene som muliggjør mottakeranordningen og kalibrere og fase til den aktuelle signaltransmisjonsraten. Grunnen til dette er at oljereservoarer forringes over tid, og

dermed kan fluidsammensetningen, strømningsrate, trykktilstander og som en konsekvens av dette tidskonstanten for en brønn endres som funksjon av tid.

Muligheter for utvidelse til toveis trådløs kommunikasjon

I én utførelse kan systemet også omfatte deteksjonsmidler i nedihullsmodulen så vel som moduleringsmidler i overflatemodulen. Dette er særlig interessant når det er behov for toveiskommunikasjon.

Kort beskrivelse av figurer

Oppfinnelsen vil nå bli beskrevet mer detaljert ved hjelp av eksempler med referanse til de medfølgende figurer.

10 Fig. 1 viser et eksempel på et system i henhold til oppfinnelsen etter installasjon i en brønn.

Fig. 2 viser et annet eksempel på et system i henhold til oppfinnelsen etter installasjon i en brønn.

15 Fig. 3 viser et forenklet blokkdiagram av strømningslinjen og refererer til tidskonstanten til prosesstrømmen.

Fig. 4 viser et skjematisk diagram av en trykkpulset datakommunikasjonslink hvor dataene blir transmittert fra et instrument lokalisert i et borehull til en overflatemottaker.

Fig. 5 viser et pulsdigram med et eksempel på signaltransmisjons-/kodingskjema.

20 Fig. 6 viser et eksempel på en systemrespons ved mottakerstasjonen ved overflate til aktuatorengang (nedihull).

25 Fig. 1 viser et eksempel på systemet 10 i henhold til oppfinnelsen etter installasjon i en brønn/produksjonsrør 11. Den statiske pulsgenereringsanordningen 20 omfatter i dette eksemplet flere blad 17 som kan beveges inn og ut med hensyn til en senterakse og utgjør dermed en variabel restriksjon i produksjonsstrømmen.

30 Forbundet til den statiske pulsgenereringsanordningen, er en kinetisk generator 21 i strømmen som er et vibrasjonselement for å generere elektrisk effekt for å drive systemet. Energien generert i generatoren 21 kan benyttes direkte for å mate instrumentet og dens variable strømningsrestriksjon (dvs. volumstrømrrestriksjon) eller indirekte ved å lade en sekundær energikilde 15 lokalisert i forbindelse med den statiske pulsgenereringsanordningen.

35 En signalmodulator 18 er også forbundet til den statiske pulsgenereringsanordningen 20 for å aktivere den statiske pulsgenereringsanordningen 20. Forbundet til toppen av systemet er et oppfiskingshode 19. Oppfiskingshodet 19 er en anordning for bruk under installasjon eller opphenting av systemet fra brønnen og er tilpasset til å passe med de regulære installasjons/opphentingsmidler.

Forankringsanordningen er i dette eksemplet utgjort av kamanordninger 13 som strekker seg mot sidene av veggen for å fange systemet i brønnen.

I den nedre enden av systemet 10 er det lokalisert sensorer 12. Sensorene 12 vil ofte være trykk og temperatur (PT) sensorer, f.eks. kvartssensorer.

5 Systemkontrollmodulen 14 er her lokalisert mellom kamanordningene 13.

Fig. 2 viser et annet eksempel på et system 100 i henhold til oppfinnelsen etter installasjon i en brønn/produksjonsrør 110. Den statiske pulsgenereringsanordningen 120 omfatter i dette eksemplet en bur-og-hylse-strupe 101. Hylsen 102 i bur-og-hylse-strupen 101 kan bli lineært justert for å redusere/øke 10 de overlappende strømningsarealene definert av portene 103. Når den ekvivalente portstørrelsen 103 reduseres, møtes økende hurtige, motsatt rettede fluidjettstrømmer i sentrum av verktøyet, hvorpå et turbulent trykktap oppnås.

Alternativt, som erstatning for bur-og-hylse-strupen 101, kan en kaskadetype strupeanordning 104 benyttes. Den indre mantelen 105 til 15 kaskadestrupeanordningen 104 kan justeres relativt til den ytre mantelen 106. Ved å gjøre dette blir kaskadeprofilene til den indre mantel 105 og ytre mantel 106 lineært forskjøvet med hensyn til hverandre. Kaskadestrupen 104 er opprinnelig opplinjert for at fluid kan passere med lite eller ingen struping. Ved aktivering blir 20 kaskadeprofilene til den indre mantel 105 og ytre mantel 106 opplinjert på en måte hvor et økende stort trykkfall oppnås over kaskadestrupen 104. Hovedbidragsyteren til trykktapet er turbulent i henhold til utallige endringer i tilstand fra høy hastighet til lavere hastighet og vice versa etter som strømningen passerer kaskadeprofilene.

Aktuatormodulen 118 opererer struperne 101 eller 104. En elektrisk motor 107 beveger lineært åket 108 frem og tilbake for å drive struperne 101, 104. 25 Motoren 107 er plassert i et oljebad. Motorkammeret er kompensert til prosess- (brønnboring) trykk ved hjelp av et belgarrangement 109. Dette belgarrangementet 109 forhindrer også at prosessfluid entrer motorkammeret og forårsaker feilfunksjon for motoren 107.

En sviktsikringsmekanisme 122 sikrer at permanent struping av prosesssystemet 30 forhindres hvis noen systemkomponent feiler. Aktuatormodulen 118 sammentrykker sviktsikringsfjæren 123 gjennom struping av prosesstrømmen. Gjennom denne prosessen får den elektriske motoren 107 energi for å opprettholde den påkrevde strupingen. Hvis systemenergiforsyning svikter, vil den elektriske motoren 107 miste sin effekt og sviktsikringsfjæren 123 vil returnere strupingen av 35 prosesstrømmen til nøytral, dvs. ingen struping.

Alternativt vil sviktsikringsmekanismen 122 omfatte en motorlåseanordning 124 i tillegg til sviktsikringsfjæren 123. Motorlåseanordningen 124 forhindrer den elektriske motoren 107 fra å entre nøytral posisjon i løpet av strupingen av prosesstrømmen. Intensjonen med motorlåseanordningen 124 er å spare energi ved

ikke å måtte holde motoren 107 energiforsynt gjennom strupeprosessen, men heller benytte en lavenergiforbrukende låseanordning 124. Hvis systemenergiforsyningen svikter, vil motorlåseanordningen 124 bringe motoren 107 til nøytral modus og sviktsikringsfjæren 123 returnere strupetilstanden til brønnprosessen til nøytral.

- 5 Sensormontasjen SA, en elektronikkmodul 125 og et batteri/energimodul 126 vil være huset i atmosfæriske kammer som er beskyttet fra prosesstrykk ved hjelp av bulkhoder 127. Et sensorrør 128 benyttes for å lese trykk nedstrøms pulsgenereringsanordningen 120. Dette er en hydraulisk linjeforbindelse mellom trykksensormontasjen SA og et punkt nedstrøms pulsgenereringsanordningen, og er
- 10 et viktig trekk for å gjøre systemet adaptivt.

En energigenereringsanordning, indikert av boks 129, kan være inkludert for å gjøre systemet 100 fullstendig autonomt, dvs. selvforsynt med energi for lange tidsperioder.

- En pakker 130 benyttes for å feste systemet 100 til brønnen/produksjonsrøret 110.
- 15 Pakkereelment 131 danner en forsegling mot rørvæggen som brønn-/prosessfluid ikke kan passere. Fluidstrømmen blir dermed avledet inn i pulsgenereringsanordningen 120 og de respektive strupemoduler av interesse.

- En vibrasjonskontrollmodul 132 er inkludert i den nedre enden av systemet 100. Dette kan være en kommersiell sentralisator 133, alternativt en kommersiell
- 20 målerhenger 134 med et stingersystem 135 mellom systemet 100 og målerhenger 134.

- Fig. 3 viser et forenklet blokkdiagram av strømningslinjen karakterisert ved egenskapene til prosessrøret. Et fluidvolum 11 representerer produksjonslinjen og en PT-måler 12 tilveiebringer signalet som skal overføres. En tilstandsvariabel
- 25 restriksjon 13 er integrert med PT-måleren og tilveiebringer fluktusjonene i prosessstrømmen for å overføre signalet. Fluktusjonene er i dette eksemplet trykkfluktusjoner. P_1 er oppstrømstrykket, dvs. trykket ved inntaket/nær PT-måleren, og P_2 er nedstrømstrykket, dvs. trykket ved uttaket/nær lokaliseringen for å motta signalene.

- 30 Strømningslinjen (produksjonslinjen) er et komplisert dynamisk system, men kan tilnærmes av en enkelt lineær forsinkelse pluss en avstands-hastighetsforsinkelse. Denne modellen antar uendelig kildekapasitet fra reservoaret og neglisjerbart endevolum.

$$[1] \quad T = RC = \left(\frac{P_1 - P_2}{Q} \right) \cdot \left(\frac{V}{P_1 - P_2} \right) \quad [\text{min}]$$

- 35 Hvor T er tidskonstanten til systemet, R representerer motstanden til systemet, C er kapasitans, Q er strømningsrate og V er volumet 11.

Kortfattet avhenger den karakteristiske tidskonstanten av sammensetningen av fluidet, fluidets oppstrøms motstand mot bevegelse i prosesslinjen og bulkvolumet til fluidstrømmen (prosesstrømmen).

5 En hovedforskjell fra MWD/LWD-teknikker er at oppfinnelsen anvender statiske pulser til hvilke tidsintervaller er lik eller overskrider tidskonstanten til det iboende prosesssystemet som beskrevet av ligning [1].

10 Fig. 4 viser et skjematisk diagram av en trykkpulset datakommunikasjonslink i henhold til én utførelse av oppfinnelsen. En PT-måler 31 måler trykk og temperatur i brønnen, og denne målingen prosesseres i midler for datakonvertering og midler for datatranslasjon, her representert som den felles prosess 33. Prosessen resulterer i en signalsekvens 34 som skal overføres. Denne signalsekvensen overføres til en pulsgenereringsanordning 32, som genererer en trykkpuls i prosesstrømmen 35 i prosessrøret fra reservoaret. Trykkpulsene forplanter seg gjennom prosessrøret og plukkes opp av en PT-måler 36 hvorpå den ankommer en mottakerstasjon 37 hvor den detekteres som signalsekvensen 38. Mottakerstasjonen kan omfatte midler for å prosesserer signalsekvensen 38 for å oppnå de aktuelle måleverdiene fra PT-måleren 31.

20 Ettersom den transmitterte signalsekvensen, f.eks. et direkte binært format eller en standard tegntekstformat (slik som ASCII) kan benyttes. I tillegg kan én eller flere kontrollbits eller tegn for å kontrollere transmisjonen inkluderes i hver signalsekvens. F.eks. kan trykkverdien 561,4 [bar] representeres som 5641 som fire individuelle bytes, svarende til det binære tallet 1 0101 1110 1110. Ettersom dataordformatet vil være kjent både i sender og mottaker, blir kun heltallene representert i signalsekvensen. I tillegg kan start-, stopp- og kontrollbits bli lagt til

25 sekvensen.

I transmisjonen av signalsekvensen er viktige temaer synkronisering og linjekoding. Synkroniseringen er viktig for å tilveiebringe timinginformasjon til mottakeren for å gjøre mottakeren i stand til å gjenkjenne de individuelle bitene til signalet. Hvis mottakerklokken løper med en hastighet forskjellig fra senderklokken, eller hvis det er en forskyvning mellom de to klokkehendelsene når de løper ved samme

30 hastighet, vil bitene ikke registreres korrekt.

Fig. 5 illustrerer et eksempelpulsdiagram for datatransmisjonen. Data transmitteres ved å benytte et 16 bits format. Innholdet i rammen er binærformatet eller representasjonen av 561,4 som diskutert over. I dette eksemplet benyttes asynkron transmisjon. Signalsekvensen 42 starter med en startbit 42a og ender med én eller to stoppbits 42b. Mottakeren vil vente på startbiten, er en overgang fra "høy" til "lav". Dette trigger samplingen av signalet, samplingshastigheten 43 i dette eksemplet er to ganger senderklokkehastigheten 41, men mer presis mottakelse av signalet kan oppnås ved å benytte en nyere samplingsrate. Stoppbiten returnerer

35

transmisjonslinjen (prosesstrømtrykk) i ”høy”, som muliggjør gjenkjenning av neste signalsekvens.

Linjekoding benyttes for å generere spesielle typer trykkpulssekvenser og behjelp synkroniseringen og tilpasse karakteristikene til transmisjonslinjen. Forskjellige typer linjekoder kan benyttes, f.eks. ”ikke-retur til null” (non-return to zero, NRZ) metoden som er illustrert i fig. 6. NRZ er en enkel skalering og nivåskift av bølgeformen som representerer signalsekvensen ved å benytte pulsen med tilsvarende til bitintervallet, med ingen ”gap” mellom nabopulser. Fig. 6 illustrerer den resulterende prosessreaksjonen når man anvender NRZ-L (ikke-retur til null-nivå) signalmodulasjon.

PATENTKRAV

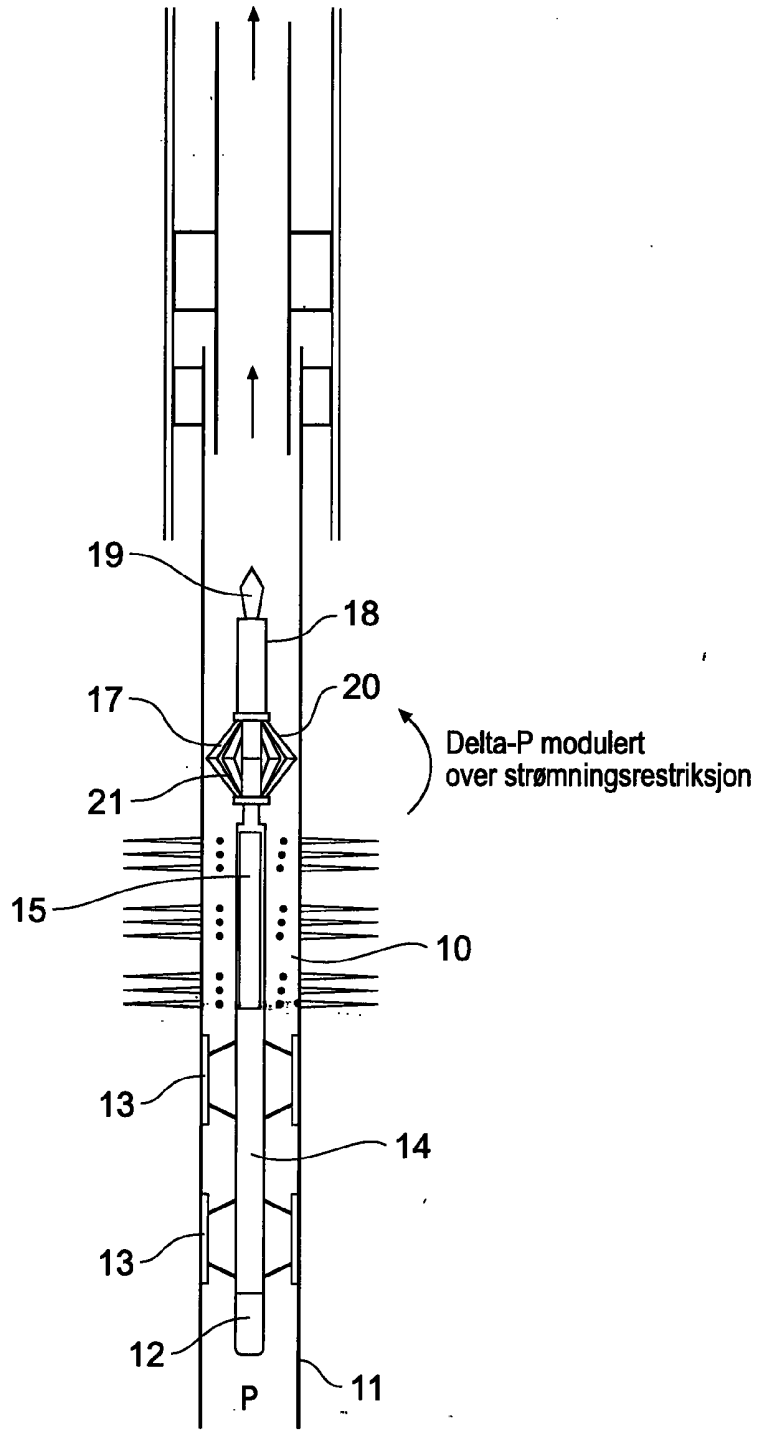
1. System for trådløs, fluidtrykkpulsbasert datatransmisjon i en produserende eller injiserende brønn (11, 110) knyttet til olje- og gassproduksjon, idet systemet omfatter innretninger for datainnsamling (31), datakonvertering (33), trådløs
5 datatransmisjon, kontroll, kraftforsyning,
karakterisert ved at den også omfatter
en statisk pulsgenereringsanordning (20, 32, 120, 13) tilpasset for å generere
statiske trykkfluktuasjoner i brønnfluid,
adaptive kontrollinnretninger (33) for å overvåke og kontrollere de genererte
10 pulsene i henhold til prosess-systemets tidskonstant for å tilveiebringe
pulskaraktistikker som er tilpasset prosess-systemet
og at datakonverteringsmidlene (33) er tilpasset til å konvertere data til forenklete
tallformat for å transmitteres av de induserte fluktuasjonene i prosessfluidet.
2. System i henhold til krav 1,
15 karakterisert ved at den regulære strømmen til brønnfluidet (11) utgjør
bæreren for dataene som skal overføres.
3. System i henhold til et av de foregående krav,
karakterisert ved at den statiske pulsgenereringsanordningen (20, 32,
120, 13) omfatter elementer for langsomt å endre trykket i brønnfluidet.
- 20 4. System i henhold til et av de foregående krav,
karakterisert ved at for produserende brønner med lavt gass-til-væske-
forhold, omfatter den statiske pulsgenereringsanordningen (20, 32, 120, 13)
elementer for å endre trykket i brønnfluidet mer, ved hjelp av trykkpulser som
forplanter seg med lydhastigheten i det aktuelle fluidet.
- 25 5. System i henhold til et av de foregående krav,
karakterisert ved at systemet er tilpasset for installasjon og drift i en
villstrømprosess, dvs. åpen prosess.
6. System i henhold til et av de foregående krav,
karakterisert ved at den også omfatter selvennergikilde (129) for å
30 generere effekt fra fluidstrømmen eller andre relevante energikilder i strømmen.
7. System i henhold til et av de foregående krav,
karakterisert ved at den også omfatter forankringsanordning, midler for
installasjon og opphenting.
8. System i henhold til et av de foregående krav,
35 karakterisert ved at den også omfatter forankringsanordning (131) som
forsegler mot produksjonsrørveggen for å føre brønnfluidet gjennom sentrum av
systemet for pulsgenereringsformål.

9. System i henhold til et av de foregående krav, karakterisert ved at den også omfatter midler for permanent festing til produksjonsrøret.
- 5 10. System i henhold til et av de foregående krav, karakterisert ved at en energikilde er kombinert med et oppladbart batteri og/eller superkapasitans for å tilveiebringe energi til systemet for lengre tidsperioder.
- 10 11. System i henhold til et av de foregående krav, karakterisert ved at det omfatter en sviktsikringsfunksjon (122) i form av en fjær som sammentrykkes av aktuatoren når den er i driftsmodus, idet aktuatoren vender til "nøytral" modus i tilfelle av svikt i effekten, hvorpå fjæren returnerer strupeposisjonen til den opprinnelige.
- 15 12. System i henhold til et av de foregående krav, karakterisert ved at datainnsamlingsmidlene omfatter minst én sensor (12) lokalisert i brønnen for å tilveiebringe sensordata for transmisjon, og en mottaker lokalisert ved overflaten.
- 20 13. Fremgangsmåte for trådløs, fluidtrykkpulsbasert datatransmisjon i en produserende eller injiserende brønn (11, 110) knyttet til olje- og gassproduksjon, karakterisert ved at
- data blir konvertert til et forenklet tallformat,
 - statiske trykkfluktuasjoner i brønnfluidet genereres og representerer de forenklede data,
 - de genererte pulsene overvåkes og kontrolleres i henhold til prosess-systemets tidskonstant for å tilveiebringe pulskarakteristikker som er tilpasset
- 25 prosess-systemet og
- fluktuasjonene i brønnfluidet detekteres av deteksjonsmidler (31), tolkes som det binære tallet og konverteres til den aktuelle sensorverdien.
- 30 14. Fremgangsmåte i henhold til krav 13, karakterisert ved at den først også omfatter en registrering av tidskonstanten som representerer tidsforsinkelsen fra generering av fluidfluktuasjonen til deteksjon av samme fluktuasjon for å sette og kontrollere datatransmisjonsraten i brønnfluidet.
- 35 15. Fremgangsmåte i henhold til krav 11, karakterisert ved at den tilveiebringer en adaptiv funksjon ved hjelp av nedihullspulsaktuator som forespør nedihullstrykkregistreringer for å optimalt justere trykkpulsene for kommunisering.
16. Fremgangsmåte i henhold til krav 11, karakterisert ved at fluktuasjoner i brønnfluidet er trykkfluktuasjoner.

17. Fremgangsmåte i henhold til krav 11,
karakterisert ved at
- dataene er sensordata mottatt fra sensorer i brønnen, og at
 - dataene blir transmittert til en mottaker.
- 5 18. Fremgangsmåte i henhold til krav 11,
karakterisert ved at fluktasjonen i brønnfluidet blir detektert på jordens
overflate, på havbunnen eller i enhver annen mottakerstasjon forbundet til
brønnfluidet eller prosesssystemet.
- 10 19. Fremgangsmåte i henhold til krav 11,
karakterisert ved at fluktasjoner i brønnfluidet er endringer i den
regulære strømmen til brønnfluidet, dvs. fremgangsmåten utføres i en
villstrømprosess.

1/6

Flow



Delta-P modulert
over strømningsrestriksjon

FIG. 1

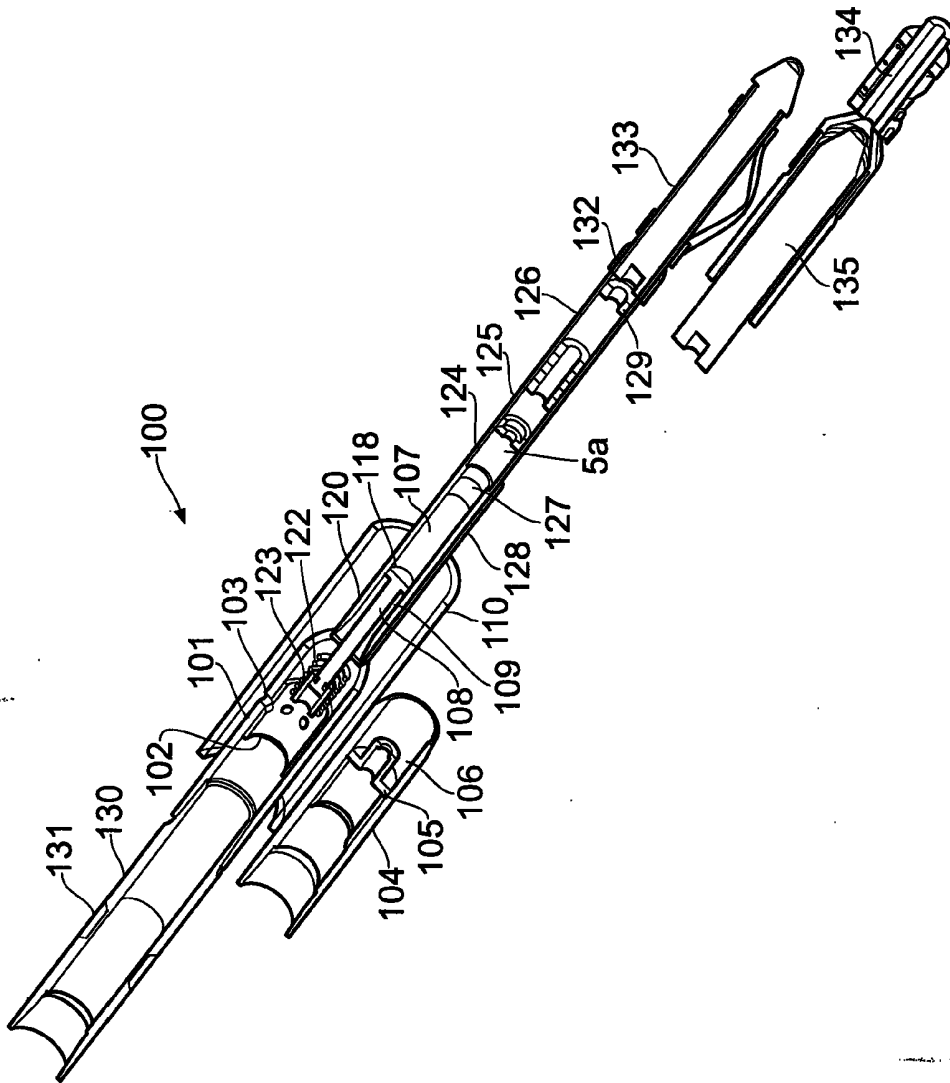


FIG. 2

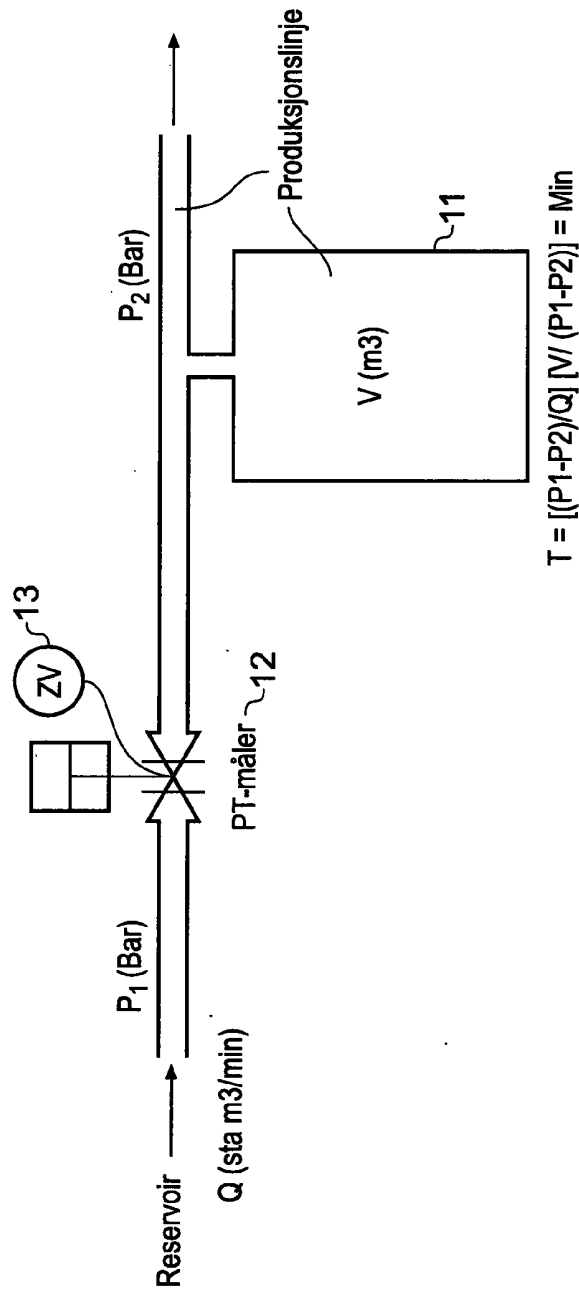


FIG. 3

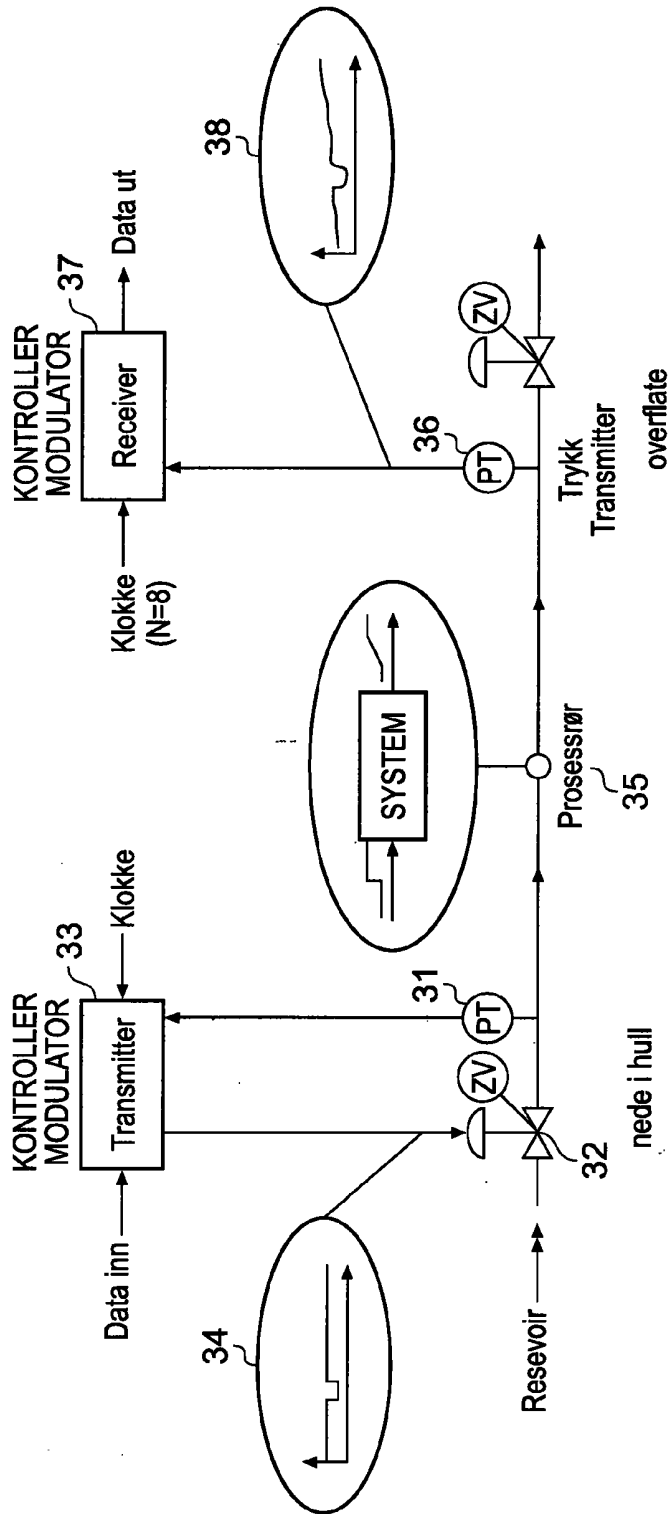


FIG. 4

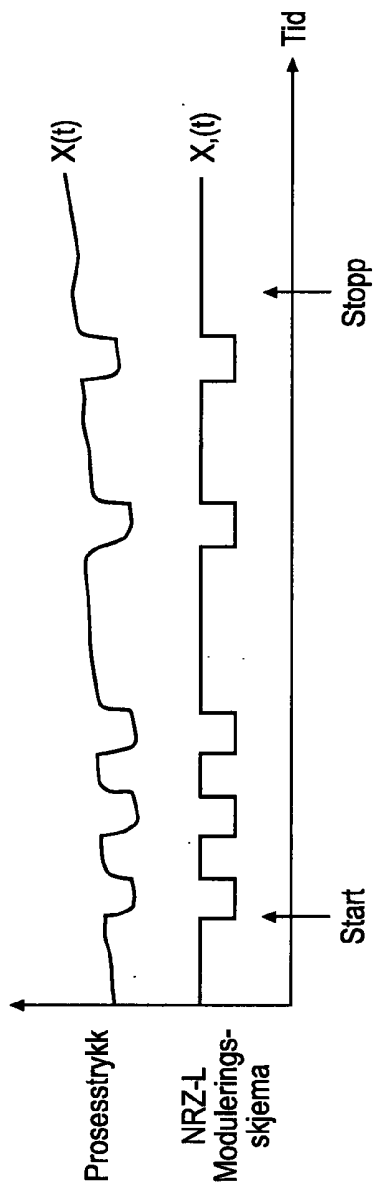


FIG. 6