



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 144252
[C] (45) PATENT WEDDELT
22. JULI 1981

(51) Int. Cl.³ G 01 V 1/40, E 21 B 47/00

(21) Patentsøknad nr. 744578

(22) Inngitt 18.12.74

(23) Løpedag 18.12.74

(41) Alment tilgjengelig fra 10.07.75

(44) Søknaden utlagt, utlegningskrift utgitt 13.04.81

(30) Prioritet begjært 09.01.74, USA, nr. 432129

(54) Oppfinnelsens benevnelse Fremgangsmåte for undersøkelse av strømnings-
karakteristika i et produksjonsintervall i
en borehullsbrønn.

(71)(73) Søker/Patenthaver MOBIL OIL CORPORATION,
150 East 42nd Street,
New York, NY 10017,
USA.

(72) Oppfinner LYNN DALTON MULLINS,
WILLET FOSTER BALDWIN,
begge: Callas County, TX,
USA.

(74) Fullmektig Siv.ing. Rolf Larsen,
Bryn & Aarflot A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Norsk (NO) alment tilgjengelig søknad
nr. 3936/73
USA (US) patent nr. 3509764

Oppfinnelsen vedrører generelt en fremgangsmåte for undersøkelse av strømnings-karakteristika i en brønn eller et borehull som trenger inn i jorden, og er basert på å utnytte akustiske fenomener til undersøkelse av en brønn for å bestemme om det opptrer en strømming gjennom perforeringer i brønnforingen eller ikke, og om strømmen inneholder partikkelformet materiale.

Ved fullføring av en brønn for produksjon av olje og/eller gass, blir det vanligvis sementert en foring langs hele brønnen. En perforeringsanordning blir senket ned i brønnen til et punkt på høyde med en produktiv formasjon og blir så aktivert til å skape åpninger eller perforeringer gjennom foringen, slik at det frembringes baner langs hvilke oljen og/eller gassen kan strømme fra formasjonen og inn i brønnen. Ved perforering av en foring er det imidlertid ikke uvanlig at perforeringsanordningen ikke virker som den skal, og i slike tilfeller blir flere ønskede perforeringer ikke dannet i foringen. Siden antall perforeringer, deres plassering, dimensjon osv., er viktig å ta i betraktning ved planlegging av brønnen, er det høyst fordelaktig å bestemme effektiviteten av en spesiell perforeringsoperasjon etter at den er utført.

Som et eksempel på hvorfor slike strømningsinformasjoner er viktige, kan nevnes at det trykk og den hastighet ved hvilke produksjonsfluidene kommer inn i borehullet eller brønnen, vanligvis er avhengig av antallet og størrelsen av perforeringene i foringen i et avgrenset intervall. Det vil si at hvis perforeringsoperasjonen er konstruert for å frembringe mange perforeringer over et bestemt intervall overfor en formasjon med høyt trykk, men bare et fåtall av disse i virkeligheten blir åpnet, vil de resulterende strømmer inn i brønnen ha meget høyere hastigheter enn ønsket. Disse høye strømningshastighetene skaper problemer, spesielt hvor produksjonen er fra løse, ukonsoliderte formasjoner. Partikkelformet materiale, f.eks. sand, blir ført med i disse strømmene med høy hastighet og blir ført inn i brønnen sammen med de produserte fluidene. Denne medbrakte sanden er høyst uønsket og kan forårsake alvorlige problemer, spesielt når sanden produseres fra de øvre sonene i en brønn som produserer fra flere lag, som forklart mer detaljert nedenfor. Ved å kjenne strømmingstilstandene nede i en brønn, kan det tas for-

144252

2

holdsregler for å lette mange av disse problemene.

Det er foreslått og kjent mange måter til å oppnå informasjon om strømmingstilstander nede i et borehull. En måte medfører akustisk undersøkelse av en brønn for å bestemme de steder hvor fluider strømmer inn i brønnen. En slik fremgangsmåte er beskrevet i US-patent nr. 2.210.417, hvor det blir lokalisert lekkasjer i en brønnforing ved å bestemme de steder nede i brønnen som frembringer mest lyd ved at fluider strømmer gjennom en åpning i foringen. En lyddetektor blir beveget gjennom brønnen og forbundet med en indikeringsanordning på overflaten. Lydintensiteten som frembringes av væsker som passerer gjennom foringen, indikerer således lekkasjer i foringen, og lokaliseringen av slike lekkasjer kan lett oppdages på en grafisk registrering av lydintensiteten som funksjon av lyddetektorens dybde i brønnen. En liknende fremgangsmåte til å bestemme lokaliseringen av fluidumstrømmer i en brønn, er beskrevet i US-patent nr. 2.396.935.

I US-patent nr. 3.509.764 er det beskrevet en fremgangsmåte for å detektere strømming fra en øvre produksjonssone i en brønn som produserer fra lag i flere dybder, mot en rørstreng som strekker seg gjennom den øvre sonen. En lyddetektor blir ført i langsgående retning gjennom røret, og den lyd som skapes ved at strømmen slår mot røret, blir observert.

I US-patent nr. 3.563.311 er det beskrevet en fremgangsmåte for anvendelse av en lyddetektor som blir senket ned i en brønn for å registrere den lyd som frembringes av hver av mange forskjellige produksjonsstrømningshastigheter. Ut fra denne informasjon kan lokaliseringen og den strømningshastighet med hvilken sand produseres fra en formasjon, bestemmes.

Det er også beskrevet en fremgangsmåte til å bruke akustiske data som er tilveiebrakt i en brønn for å bestemme om fluider kan lekke bak en sementert brønnforing, i artikkelen "The Structure and Interpretation of Noise from Flow Behind Cemented Casing", JOURNAL OF PETROLEUM TECHNOLOGY, mars 1973, pp. 329-338.

Endelig skal det nevnes at den tidligere innleverte norske patentsøknad nr. 3936/73 omhandler en detektorenhet som i og for seg har likhet med den som brukes i forbindelse med foreliggende oppfinnelse. Imidlertid blir ifølge den tidligere

norske søknad bare det signal som angir sandstrøm, utnyttet. Det skal videre understrekes at den sanddetektor som patentsøknaden beskriver, er beregnet for kontinuerlig overvåkning av en strømming i en rørledning. Dette er en anvendelse og målesituasjon som er temmelig ulik det man har når undersøkelsen skal foretas ved nedsenkning av en detektor i en brønn med produksjonsintervaller hvor foringen er perforert. Det kan her bl.a. ikke være tale om å utføre kontinuerlig måling over lengre tid.

Oppfinnelsen tar således utgangspunkt i en fremgangsmåte for undersøkelse av strømningskarakteristika i et produksjonsintervall i en borehullsbrønn med en foring forsynt med perforeringer i det nevnte intervall, ved nedføring av en strømningsdetektor i brønnen nær intervallet og indikasjon eller registrering av det signal som genereres av strømningsdetektoren. Det nye og særegne ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen består i at det signal som genereres av strømningsdetektoren, blir behandlet ved filtrering på i og for seg kjent måte for å avstedkomme ett signal som har fremherskende første ultrasoniske frekvenskomponenter som angir strømming uten nevneverdig innhold av fast partikkelformig materiale, og et annet signal som har fremherskende høyere ultrasoniske frekvenskomponenter som angir strømming inneholdende partikkelformig materiale.

Hvis det er tilstede en strøm gjennom perforeringene, vil den eksitere detektoren eller transduseranordningen til å frembringe et signal. Under vanlige strømmingstilstander blir det fastslått at perforeringene er åpne og at ikke noe sand føres med strømmen hvis det frembrakte signalet bare har fremherskende frekvenskomponenter i det nedre ultrasoniske området, f.eks. rundt 100 kHz. Hvis signalet har fremherskende frekvenskomponenter i både det lave og det høye ultrasoniske området, f.eks. 100 og 700 kHz, så inneholder strømmen gjennom perforeringene partikkelformet materiale.

Den virkelige konstruksjon, drift og fordelene ved den foreliggende oppfinnelse, vil bedre kunne forstås ved henvisning til tegningene der like tall refererer seg til like deler, og der :

- Figur 1 er en illustrasjon, delvis i snitt, av et undersøkelsessystem slik det kan anvendes i en brønn som produserer fra flere nivåer,
- Figur 2 er en delskisse i delvis snitt av den nedre del av et loggeapparat som inngår i systemet på figur 1,
- Figur 3 er en skjematisk skisse av en kodingskrets som utgjør en del av loggeapparatet på figur 2,
- Figur 4 er en oppstilling av idealiserte kurver som representerer strømningsdata nede i brønnen,
- Figur 5 er et tverrsnitt gjennom en modifisert form av en deteksjonsanordning i apparatet på figur 2, og
- Figur 6 viser grafisk den avstemte responskurven til transduseren i apparatet på figur 2.

Det refereres nå mer spesielt til tegningene der figur 1 viser en brønn 10 som produserer fra flere nivåer og som strekker seg gjennom boringen i brønnen 10 på velkjent måte. Produksjonsrøret 14 strekker seg fra overflaten til et punkt ut for den nedre formasjonen 12, mens produksjonsrøret 16 strekker seg fra overflaten til et isolert intervall ut for den øvre formasjonen 11. Dette muliggjør en strøm av fluider fra de respektive formasjoner til overflaten uten blanding, noe som også er velkjent

på området. Ved å bruke vanlig tilgjengelig teknikk, blir foringen 13 forsynt med perforeringer 18 ut for den nedre formasjonen 12 og perforeringer 19 ut for den øvre formasjonen 11.

Som kjent finnes det problemer i forbindelse med å oppnå alle perforeringene i et ønsket intervall på grunn av riktig sentrering, klikking, osv., av perforeringsanordningen etter at den er senket ned i posisjon. Denne svikten i å oppnå fullstendige perforeringer kan forårsake mange problemer i den etterfølgende produksjon av brønnen. Et av hovedproblemene som oppstår ved utilstrekkelige perforeringer i en brønn som skal produsere fra flere soner, er erosjon av produksjonsrøret 14 som skyldes strømmen med høy hastighet fra perforeringer 19 som støter mot røret 14, spesielt når disse strømmene inneholder partikkelformet materiale, f.eks. sand.

Ved utførelse av fremgangsmåten blir loggeapparatet 20 senket ned i brønnen til en posisjon ut for et intervall som skal undersøkes, og som forklart nedenfor, tilveiebringer apparatet data ut fra hvilke strømningskarakteristikkene til brønnen, innbefattet strøm av partikkelformet materiale om en slik finnes, kan bestemmes. Apparatet 20 har et legeme 21 på hvis nedre ende er montert en strømningsdetektoranordning 22 som på sin side omfatter et hus 23. En akustisk transduseranordning 24 er fritt opphengt inne i huset 23 for maksimal følsomhet for vibrasjon ved hjelp av sin utgangssignalledning 25 som er koplet til kretsen 30 i legemet 21 og ved hjelp av sin jordleder 26. Lederne 25 og 26 er elektriske ledninger som har akkurat nok stivhet til å sikre at transduseren 24 vil henge inne i huset 23 uten å berøre veggene i huset og på samme tid fleksible nok til å gi minimal vibrasjonsmotstand til transduseren 24 når denne blir eksitert. Huset 23 er fullstendig fylt med en ikke ledende væske, for eksempel olje, for å kople transduseren 24 akustisk til huset 23.

Fig. 5 viser en modifisert utgave av den nedre del av deteksjonsanordningen 22a. Mellomstykket 28 er anbrakt inne i huset 23a for å gi understøttelse for ledningene 25a, 26a og for å hindre svikt i ledningene på grunn av gjentatt bøyning i de tilfeller hvor apparatet 20 utsettes for grov behandling eller vanskelige arbeidsbetingelser. Man vil imidlertid forstå at når mellomstykket 28 anvendes, blir det anbrakt slik at transduseren

24 fremdeles vil ha maksimal følsomhet for vibrasjoner når transduseren blir eksitert.

I samsvar med oppfinnelsen blir det valgt en transduser som frembringer et signal med fremherskende ultrasoniske frekvenskomponenter når den eksiteres av en strømning. Transduseren har en første hovedresonansfrekvens i en av sine modi som sørger for frembringelse av fremherskende frekvenskomponenter når en strømning eksiterer transduseren, og som har en andre hovedresonansfrekvens i en annen modus som sørger for frembringelse av høyere fremherskende ultrasoniske frekvenskomponenter når transduseren eksiteres av en strømning som inneholder partikkelformet materiale. Ved å anvende en transduser som frembringer dominerende signaler med frekvenskomponenter i det ultrasoniske området, er det lettere å skjelne den dybden som signalet stammer fra. Hvis for eksempel perforeringene i en brønnforing ligger tett, f.eks. omkring 15 cm fra hverandre, vil en transduser som først og fremst reagerer på lavfrekvenssignaler i støyen som normalt frembringes av strømmer, kunne frembringe et signal straks apparatet beveges til i nærheten av strømmen, idet dette kan være en betydelig avstand enten oppover eller nedover fra selve strømmen. Ved den praktiske utførelse må imidlertid apparatet være i det vesentlige rett ut for strømmen før transduseren kan frembringe de fremherskende ultrasoniske frekvenskomponenter som har interesse.

Mer spesielt er transduseren 24 fortrinnsvis en piezoelektrisk anordning som er avstemt til hovedresonansfrekvensen for en av sine svingemodi, slik at den frembringer en utgangstopp ved denne avstemte frekvensen og demper de fleste andre frekvenser. For å detektere partikkelformet materiale i samsvar med oppfinnelsen, må denne hovedresonansfrekvensen være godt over 100 kHz, som beskrevet nærmere nedenfor. Ved å avstemme transduseren til en hovedresonansfrekvens reagerer den raskt på de frekvenser som frembringes av den kinetiske energi avgitt av det partikkelformede materiale som støter mot huset 23 eller en grenseflate i brønnen 10, og den vil avgi et signal som indikerer dette. Utgangen fra transduseranordningen 24 blir matet gjennom leder 25 og inn i kodekretsen 30 som er anbrakt i legemet 20 og som vil bli beskrevet i detalj nedenfor.

Transduseren 24 kan for eksempel være en piezoelektrisk,

keramisk anordning i form av en sirkulær skive (f.eks. Vernitron PTZ-5), som har en diameter på $\frac{1}{2}$ tomme og en tykkelse på 0,1 tomme. Denne spesielle piezoelektriske anordningen 24 har en hovedresonansfrekvens i en av sine modi, dvs. tykkelsesmoduset, på omkring 700 kHz som er godt over det lavere frekvensområdet på 100 kHz som kreves for positiv deteksjon av partikkelformet materiale i fluidstrømmen i samsvar med den foreliggende oppfinnelse. Når transduseren blir avstemt ved hjelp av en avstemningskrets 31 (se figur 3) til sin hovedresonansfrekvens på 700 kHz, er transduserens 24 spenningsrespons v_a tilnærmet den kurven som er vist på figur 6.

Man vil legge merke til at responskurven (figur 6) for den spesielle nevnte transduseren oppviser to resonansfrekvenser, en ved omkring 100 kHz som inntreffer i transduserens radialmodus, og en annen ved omkring 700 kHz som inntreffer i den piezoelektriske anordningens tykkelsesmodus. Under strømningsforhold som man vanligvis støter på i en brønn, vil det utgangssignalet som frembringes av transduseren 24 ved at partikkelformet materiale treffer huset 23 eller en grenseflate i brønnen 10 inneholde fremherskende frekvenskomponenter i både 100 kHz-området og i 700 kHz-området, mens utgangssignalet fra transduseren 24 som inntreffer når en strøm ikke inneholder partikkelformet materiale, vil ha fremherskende frekvenskomponenter i 100 kHz-området og over, men vil ikke ha noen fremherskende frekvenskomponenter i 700 kHz-området.

Signalet som frembringes fra transduseren 24 av den kinetiske energi som avgis fra en strøm som støter mot huset 23 (som tilfellet er ved perforering 18) eller mot røret 14 (som er tilfellet ved perforering 19), blir behandlet i kodingskretsen 30 i legemet 21. Det vises nå til figur 3 hvor kretsen 30 omfatter en lav (strøm) kanal 32 og en høy (sand) kanal 33.

Utgangssignalet fra transduseren 24 blir først gjennom en høypassfilteranordning 34 i den lave kanalen 32 og gjennom en smal båndpassanordning i den høye kanalen 33. Høypassfilteranordningen 34 som er sammensatt av kondensatoren C_1 , C_2 og motstandene R_1 , R_2 , er konstruert for å slippe gjennom alle frekvenskomponenter i utgangssignalet som begynner i nærheten av den nedre responsen, f.eks. 75 kHz, for den laveste

hovedresonansfrekvensen til transduser 24 (se figur 6). Den smale båndpassfilteranordningen 35 modifierer utgangssignalet ved å slippe gjennom bare et smalt frekvensbånd som er så lite som mulig, f. eks. omkring 50 kHz bredt eller mindre, sentrert om den avstemte frekvensen til transduser 24, dvs. at filteret et vil slippe gjennom et smalt bånd med frekvenser fra omkring 675 til 725 kHz mens alle andre frekvenser i utgangssignalet dempes. Utgangene fra filteranordningene 34 og 35 blir forsterket av forsterkere 37 og 38, hvis utganger i sin tur blir matet inn i elektroniske komparatorer 39 og 40.

Utgangene fra komparatorene 39 og 40 blir likerettet av dioder D_1 og D_2 , resp., og lagret på henholdsvis kondensator C_3 og C_4 . Halvparten av den lagrede spenning på kondensatorene C_3 og C_4 blir ført tilbake til sin respektive komparatorinngang via henholdsvis motstand R_3 og R_4 . Når inngangssignalene fra forsterkerne 37 og 38 svinger til en spenning som er mer positiv enn de respektive tilbakekoblede spenninger, går de respektive komparatorutganger positive og mer ladning blir tilført de respektive kondensatorer. Denne ladningen blir utladet gjennom de respektive motstander som senker spenningen over kondensatoren med en hastighet som bestemmes av det respektive RC-produkt. Spenningen over kondensatorene C_3 og C_4 representerer derfor et løpende gjennomsnitt av de positive spenningstoppene fra forsterkerne 37 og 38, resp.

Modulatorer 41 og 42 omdanner de gjennomsnittlige spenningstopper fra henholdsvis kondensator C_3 og C_4 til et frekvensproporsjonalt signal. Modulatorene 41 og 42 er fortrinnsvis av den type som vanligvis benevnes som variable spenningsstyrte oscillatorer som styres ved hjelp av en variabel likespenning og som avgir et vekselspenningsfrekvenssignal proporsjonalt med den nevnte styrelikespenning. Det virkelige utgangsfrekvensområde for hver modulator er ikke kritisk, og den følgende beskrivelse er bare ment å illustrere den type kodingsforskrifter som anvendes.

Modulator 41 reagerer på de midlere spenningstopper fra kondensator C_3 og er konstruert for å ha et utgangssignal på 500 Hz når den nevnte midlere spenningstopp er lik null. Utgangssignalet fra modulator 41 varierer proporsjonalt nedover til 100 Hz med økende midlere spenningstopper på kondensator C_3 . Området for omforming fra likespenning til vekselspenning for modulatoren 41, er innstilt innenfor grensene for den midlere toppspenning som man vanligvis forventer på kondensator C_3 .

Modulator 42 virker på en liknende måte som respons på den midlere spenningstopp fra kondensator C_4 , bortsett fra at den har et område for utgangsfrekvenser på fra 5000 Hz og ned til 1000 Hz. Modulator 41 som har et område på fra 500 Hz til 100 Hz, måler derfor responsen til "strømningskanal" 32, og modulator 42 som, har et område fra 5000 Hz til 1000 Hz, måler responsen til "sandkanalen" 33.

Utgangene fra modulatorene 41 og 42 blir addert, dvs. blandet, ved hjelp av motstandene R_5 , R_6 og R_7 som tjener som drivkrets for forsterker 45, som avgir et enkelt blandet utgangssignal som representerer summen av de to modulerte signaler. Det blandede utgangssignalet fra forsterker 45 blir så overført til overflaten ved hjelp av passende anordninger, f.eks. loggingskabelen 46 (se figur 1 og 3.)

Det blandede utgangssignalet fra kabel 46 blir mottatt på overflaten av dekodingsanordning 50 (figur 1). Det blandede signalet blir ført til både en høy dekodingskanal (sand) 51 og en lav dekodingskanal (strømning) 52. Det blandede signalet blir ført gjennom en filteranordning 51 som tillater bare signalkomponenten på 5000-1000 Hz å bli tilført demodulator 55 som omdanner det behandlede signalet til et signal som indikerer de 675-725 kHz som ble detektoert av transduser 24. Utgangssignalet fra demodulator 55 blir så registrert i en passende registreringsanordning 57.

Det blandede signalet blir ført gjennom en filteranordning 56 i den lave dekodingskanalen 52 som tillater bare 500-100 Hz-komponenten i det blandede signalet å bli tilført demodulator 56, som omdanner det behandlede signalet til et signal som indikerer de dominerende frekvenser over 75 kHz detektert av transduser 24. Utgangssignalet fra demodulator 56 blir så registrert i en passende registreringsanordning 58. Skjønt det er vist separate registreringsanordninger for å gjøre tegningen klarere, vil man forstå at en enkelt registreringsanordning, f.eks. med flere penner, kan brukes til å registrere informasjon fra både den høye og den lave kanalen.

For å utføre fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen blir apparatet 20 som vist på tegningene senket ved hjelp av loggingskabelen 46 ned gjennom røret 14 inntil det er ut for det intervall i borehullet 10 som skal undersøkes. I et tilfelle kan apparatet 20 senkes ut av røret 14 hvor det da vil være direkte

eksponert for strømmer fra formasjonen 12 gjennom perforeringer 18. Når deteksjonsanordningen 22 på den nedre del av apparatet 20 beveger seg i stilling ut for en perforering gjennom hvilken det opptrer en strøm, støter denne strømmen mot huset 23 og avgir kinetisk energi som igjen eksiterer transduser 24 inne i det oljefylte huset 23 til å frembringe et signal som står i forhold til denne energien. Apparatet 20 kan stoppes ut for et spesielt punkt i brønnen 10 eller det kan beveges kontinuerlig over et intervall for å oppta en kontinuerlig opptegning, som forklart nærmere nedenfor. Signalet fra transduser 24 blir kontinuerlig behandlet og kodet i kodingskretsen 30, som forklart ovenfor, og det resulterende blandede signalet blir overført til overflaten gjennom kabel 46. Det blandede signalet blir mottatt og behandlet av dekodingsanordningen 50 og sluttsignalet eller signalene blir registrert av registreringsanordningene 57, 58.

I den illustrerte utførelsesformen blir produksjon fra formasjonen 12 åpnet etter at det nedre intervallet ut for formasjon er undersøkt, og apparatet 20 blir beveget oppover gjennom røret 14 til en stilling ut for formasjon 11. Eventuell strøm gjennom perforeringene 19 vil støte mot røret 14 og avgir kinetisk energi. Under riktige forhold inne i røret 14 (se nedenfor), blir denne energien overført til huset 23 som igjen eksiterer transduser 24, som beskrevet ovenfor. Signalet som frembringes av transduser 24 blir kodet, overført, dekodet og registrert på samme måte som beskrevet tidligere. Ved logging gjennom røret 14 er dette fortrinnsvis fylt med en væske. Dette kopler effektivt huset 23 til røret 14 og frembringer en akustisk bane for overføring av den kinetiske energien mellom røret 14 og huset 23. I situasjoner hvor produksjon fra den nedre formasjon 12 gjennom røret 14 hovedsakelig er væske som er under tilstrekkelig trykk til å få væsken til å strømme til overflaten uten hjelp, vil der vanligvis være en tilstrekkelig mengde med væske i røret 14 til å utføre den foreliggende fremgangsmåte. I de tilfeller hvor der ikke er tilstrekkelig væske tilstede i røret 14, blir apparatet 20 fjernet fra brønnen 10 og røret 14 blir blokkert ved et punkt under formasjonen 11 ved hjelp av en rørpakning (ikke vist) eller liknende, som velkjent på området. Røret 14 blir fylt med en væske, f. eks.

olje, og apparatet 20 blir så senket for å undersøke det ønskede intervall. Skjønt det er å anbefale at det alltid er væske i røret 14 for å oppnå de beste resultater når den øvre formasjonen undersøkes, har laboratorie-eksperimenter indikert at strøm mot et rør fylt med gass under høyt trykk, f.eks. 280 kp/cm^2 (4000 psi), vil frembringe et signal som kan detekteres av apparat 20 anbrakt i røret.

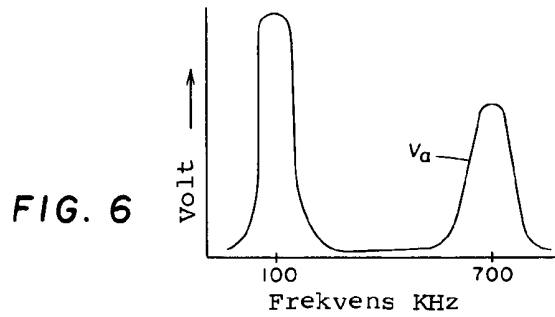
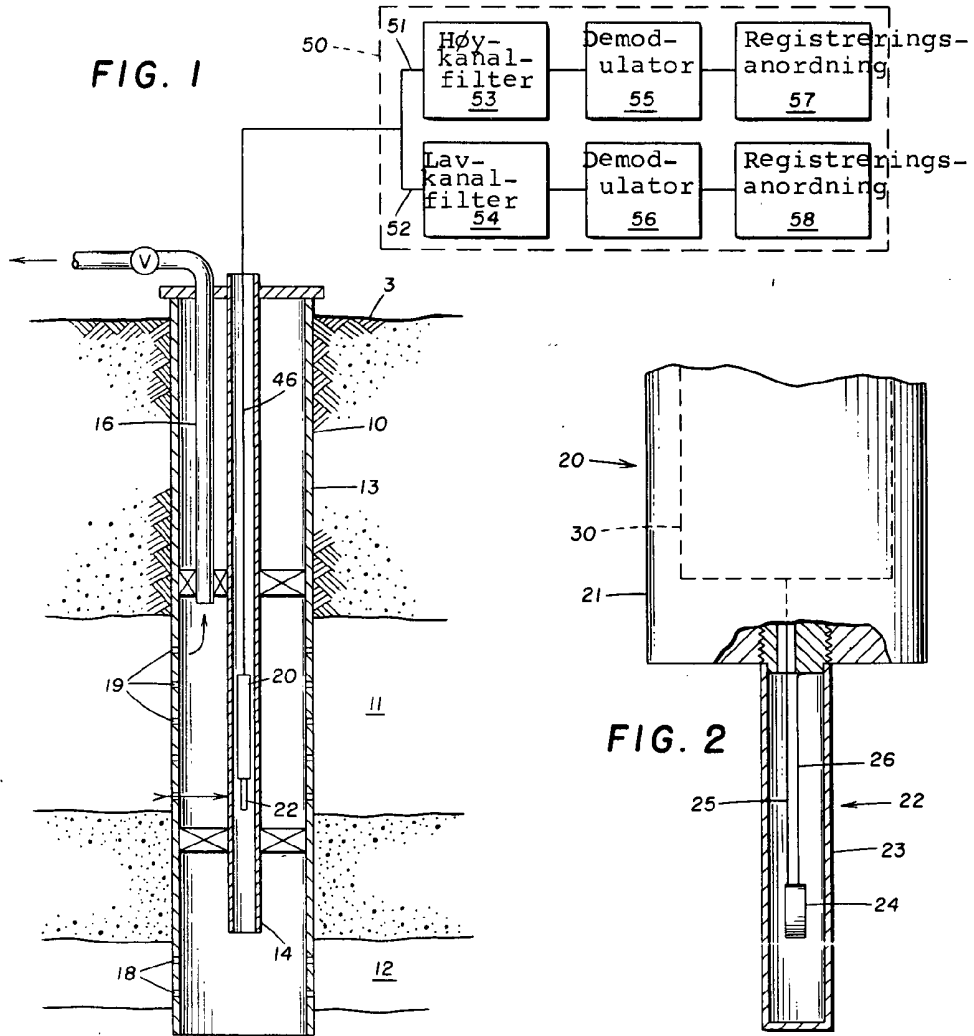
Etter at det blandede signalet fra loggingsapparatet 20 er blitt behandlet og registrert på overflaten, kan det analyseres for å bestemme strømningskarakteristikkene for et spesielt brønnintervall. Det vises nå til figur 4 hvor det er illustrert en typisk, idealisert registrering av et undersøkt intervall i samsvar med den foreliggende oppfinnelse. Kurve a viser signalet fra en "kravelokalisator" (ikke vist) som vanligvis benyttes i forbindelse med et loggingsapparat og som anvendes i vanlige kommersielle undersøkelsesoperasjoner for å identifisere den dybde i brønnen som den registrerte informasjon stammer fra. Kurve b og c som ligger parallelt med kurve a, representerer fremherskende frekvenskomponenter på henholdsvis 75 kHz og over og komponentene i området 675-725 kHz, i det signalet som frembringes av apparatet 20 nede i hullet. Ved å se på kurve b kan det bestemmes at det ikke er noen strøm i det undersøkte intervallet (2700 til 2800 fot) før man når en dybde på 2730 fot, og at det er strømning inn i brønnen mellom 2730 og 2780 fot. Ved så å betrakte kurve c kan man se at et signal med en fremherskende frekvenskomponent på 675-725 kHz opptrer bare fra 2745 til 2760 fot, og dermed indikeres strømmen i dette området inneholder partikkelformet materiale. Hvis hele intervallet fra 2700 til 2800 fot skulle ha vært perforert, ville figur 4 fastslå at i intervallet fra 2700 til 2730 fot og i intervallet fra 2780 til 2900 fot, har perforeringsoperasjonen vært mislykket og bør gjentas om brønnen skal kunne produsere som planlagt. Perforeringsoperasjonen var vellykket i området fra 2730 til 2780 fot, men det bør tas forholdsregler for å minske sandproduksjonen i området fra 2745 til 2760 fot.

144252

12

P a t e n t k r a v:

Fremgangsmåte for undersøkelse av strømningskarakteristika i et produksjonsintervall i en borehullsbrønn med en foring forsynt med perforeringer i det nevnte intervall, ved nedføring av en strømningsdetektor i brønnen nær intervallet og indikasjon eller registrering av det signal som genereres av strømningsdetektoren, k a r a k t e r i s e r t v e d a t det signal som genereres av strømningsdetektoren, blir behandlet ved filtrering på i og for seg kjent måte for å avstedkomme ett signal som har fremherskende første ultrasoniske frekvenskomponenter som angir strømning uten nevneverdig innhold av fast partikkelformig materiale, og et annet signal som har fremherskende høyere ultrasoniske frekvenskomponenter som angir strømning inneholdende partikkelformig materiale.



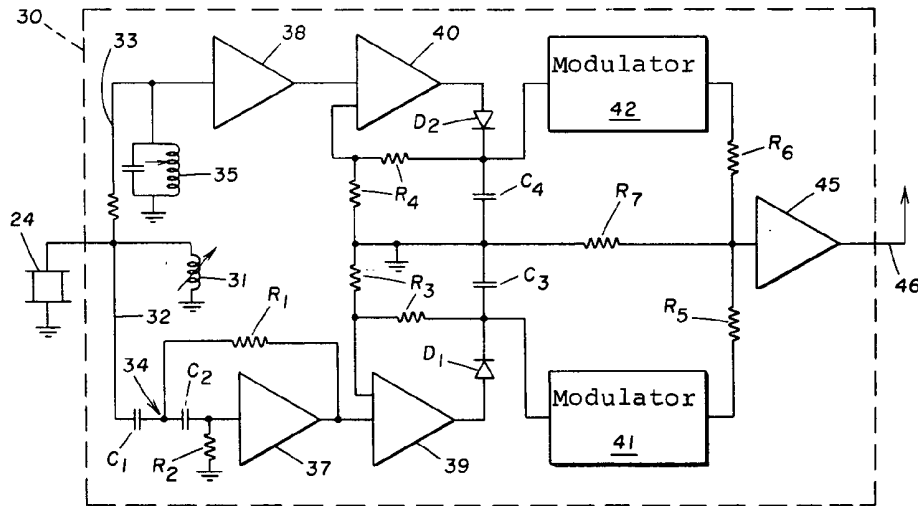


FIG. 3

Kravelokalisator > 75 KHz ≈ 700KHz

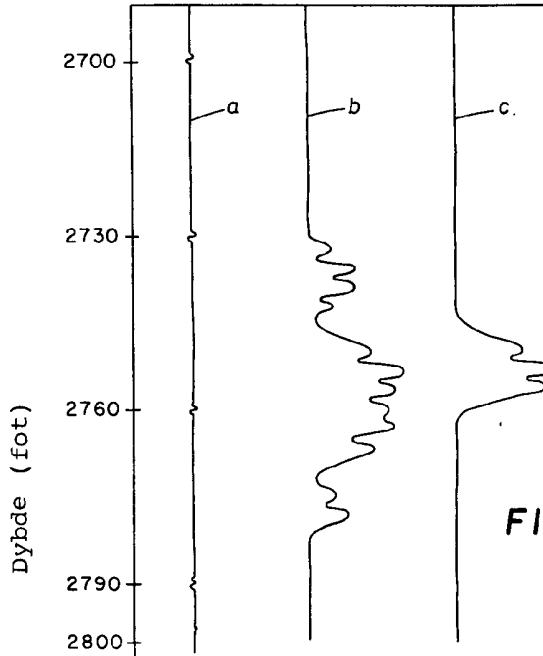


FIG. 4

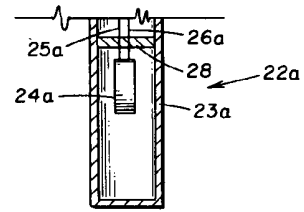


FIG. 5