



(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **168546**

(13) B

(51) Int Cl<sup>5</sup> E 21 B 47/12

**Styret for det industrielle rettsvern**

(21) Søknadsnr	844240	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	24.10.84	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	28.11.78	(30) Prioritet	05.12.77, US, 857677
(41) Alm. tilgj.	06.06.79		
(44) Utlegningsdag	25.11.91		
(62) Avdelt fra	783996		

(71/73) Søker/Innehaver Serge A. Scherbatskoy, P.O. Box 1936, Fort Worth, TX 76101, US  
(72) Oppfinner(e) Søkeren  
(74) Fullmektig ABC-Patent, Oslo

(54) **Benevnelse Fremgangsmåte for utførelse av målinger i et borehull.**

(56) **Anførte publikasjoner** USA (US) patent nr. 3302457, 3716830, 3742443. Widrow, B. et al. 1975: "Adaptive Noise Cancelling: Principles and Applications", Proc. IEEE, Vol. 63, no. 12 side 1692-1716

(57) **Sammendrag**

Signalavledningsapparat for utførelse av målinger i et borehull som bores i grunnen ved anvendelse av en hul rørformet borestreng med en gjennomgående væskepassasje, et repeterende drevet pumpesystem, en kilde for borevæske, en anordning som funksjonelt forbinder pumpesystemet med borevæskeskilden og med den hule borestreng slik at borevæske av pumpesystemet blir presset gjennom den nevnte passasje og avstedkommer repeterende eller gjentatte trykkvariasjoner i væskesirkulasjonssystemet. En føleanordning i den nedre del av borestrengen tjener til å avføle verdien av en parameter nede i borehullet. Videre inngår det en anordning som er påvirkbar av føleanordningen for å frembringe trykkendringer i sirkulasjonssystemet for å representere verdien av den første parameter. Apparatet er karakterisert ved en transducer (100) som er følsom for borevæsketrykk nær toppen av borestrengen for å frembringe første signaler som representerer en overlaging av de nevnte trykkendringer og de nevnte repeterende trykkvariasjoner, og en elektronisk anordning (102) forbundet med transduceren (100) og som med et definert forhold til gjentagelse ved driften av pumpesystemet (12, 111) virker til å avlede fra utgangen av trykktransduceren andre signaler i hvilke effekten av de periodiske trykkvariasjoner er selektivt svekket. I tilknytning til apparatet er det også beskrevet fremgangsmåter for henholdsvis utførelse av målinger og utledning av signaler samt telemetring, og et telemetrisystem.

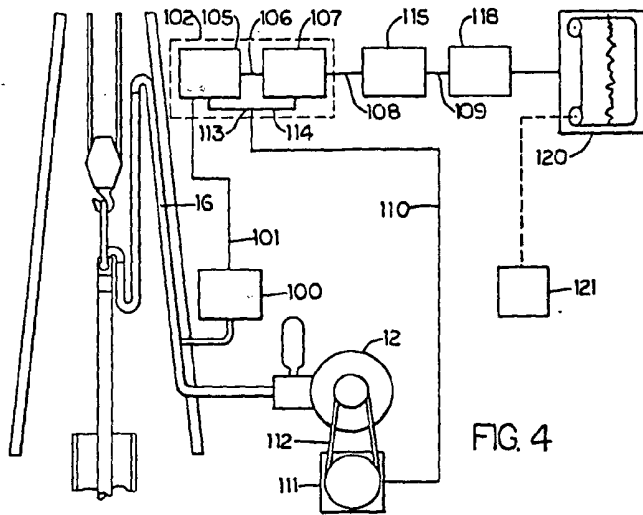


FIG. 4

Det er gjort mange forsøk på å tilveiebringe en tilfredsstillende overvåkning av tilstanden i et borehull under boring som f.eks kjent fra U.S.-patentskrift nr. 2.096.279 hvor det anvendes elektriske ledere inne i borstammen, U.S.-patentskrift nr. 3.825.078 hvor det anvendes uttrekkbare sløyfer av ledning inne i borstammen, U.S.-patentskrift nr. 2.354.887 hvor det anvendes induktiv kopling av en spole eller spoler med borstammen nær borkronen med måling av induisert elektrisk spenning ved jordoverflaten, U.S.-patentskrift nr. 2.787.759 og U.S.-patentskrift nr. 3.488.629 hvor det anvendes pulsede strupninger i borvæskestrømmen som tilveiebringer trykkpulssignaler til jordoverflaten, og U.S.-patentskrifter nr. 3.186.222, 3.315.224, 3.408.561, 3.732.728, 3.737.845, 3.949.354 og 4.001.774. Hvert av de ovenfor nevnte forslag har en eller annen ulempe som har gjort at de ikke er kommet til vanlig anvendelse, f.eks. det uhensiktsmessige og tidskrevende ved et stort antall forbindelser av elektriske ledere, at de bare kan anvendes for korte boreddybder, og at signal-støyforholdet er slik at det vanskelig kan anvendes på større boreddybder.

Etter at jetborkroner er blitt alminnelige og meget store slamvolumer med høyt slamtrykk anvendes, er også overvåkingen blitt upålitelig og utsatt for hurtig nedbrytning. Anvendelse av styrte strupinger i meget kraftige slamstrømmer krever stor stor og kraftig apparatur som slites hurtig og krever stor energi.

Tilstanden er meget ugunstig i bunnen av et borehull hvor borkronen kan ha vibrasjoner i størrelsesorden 50 g. Temperaturen er ofte så meget som  $204^{\circ}\text{C}$ . Trykket i bunnen av borehullet kan være mer enn  $1050 \text{ kg/cm}^2$ . Borevæsken som strømmer gjennom borkraven og borkronen er meget slitende. Med dagens boreutstyr med forbedrede borkroner kan det oppnås kontinuerlig boretid med en bestemt borkrone i størrelsesorden 100 til 300 timer og noen ganger lenger før det er nødvendig å skifte borkrone. Derfor må et utstyr for å avføle og sende signaler for forholdene nær borkronen være i stand til å arbeide uten tilsyn i lengere tid uten justering og med en kontinuerlig kilde for elektrisk energi. Også signaloverføringsutstyret må være i stand til å sende et kontinuerlig brukbart signal eller

signaler til jordoverflaten etter hver skjøting av borstammen som vanligvis skjer etter som borehullets dybde øker.

Generelt ansees anordninger som anvender borslampulsering for signaloverføring å være mest praktisk fordi boringen i det tilfelle er minst forstyrrende. Hittil har imidlertid påliteligheten som er oppnådd ved slike anordninger ikke tilfredstillet kravene. Tidligere foreslått anvendelse av innføring av styrt struping i boreslamstrømmen er imidlertid komplisert og krever kraftig utstyr nede i borehullet som krever stor energi for å variere strupingen når boreslamstrømmen overskrider 2270 liter pr. minutt og pumpetrykket overskrider  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

Nærmere bestemt angår denne oppfinnelse i et av sine aspekter en fremgangsmåte for utførelse av målinger i et borehull under boring ved anvendelse av et væskesirkulasjonssystem og en væskepumpe på jordoverflaten for å sirkulere væsken, idet pumpen generer forstyrrende og repeterende trykkvariasjoner i systemet. Videre omfatter oppfinnelsen et signalavledningsapparat for utførelse av slike målinger. Andre aspekter samt nye og særegne trekk i henhold til oppfinnelsen vil fremgå av den følgende beskrivelse henholdsvis av patentkravene.

I det følgende skal oppfinnelsen forklares nærmere under henvisning til tegningene, hvor:

Fig. 1 viser skjematisk en vanlig roterende borerigg ut hvor foreliggende oppfinnelse kommer til anvendelse.

Fig. 2a viser et blokkskjema for en radioaktiv føler med tilhørende instrumentering.

Fig. 2b viser et blokkskjema for en temperaturføler med tilhørende instrumentering.

Fig. 3 viser et blokkskjema for instrumentering til styring av ventilen i en trykkpulsgenerator.

Fig. 4 viser skjematisk utstyret på jordoverflaten i forbindelse med en foretrukket utførelsesform av oppfinnelsen for avføling av en radioaktiv parameter nede i borehullet.

Fig. 5 viser i grafisk fremstilling og i idealisert form visse kurveformer, pulser og tidsforhold til forklaring av signalutledningsdelen 102 på fig. 4.

Fig. 6 viser et blokkskjema for komponenten 105 i signalutledningsdelen 102 på fig. 4.

Fig. 7 viser et blokkskjema for komponenten 107 i signalutledningsdelen 102 på fig. 4.

Fig. 8 viser skjematisk en annen utførelsesform for utstyret på jordoverflaten.

Fig. 9 viser skjematisk nok en annen utførelsesform av utstyret på jordoverflaten.

Fig. 10 viser et blokkskjema for en alternativ utførelse av tidspulsgeneratoren.

Fig. 11 viser et blokkskjema for nok en annen utførelsesform av utstyret på jordoverflaten.

Før en nærmere beskrivelse av oppfinnelsen skal det nedenfor redegjøres for noen grunnleggende faktorer.

I en borstamme med en lengde på 3050 m og en diameter på 11,5 cm er boreslamvolumet i borstammen i størrelsesorden av 19000 liter. Hvis det antas at elastisitetsmodulen for det sammenpressede boreslam er 400 000, vil en uttapping av 1,9 liter væske bevirke et trykktap på  $2,8 \text{ kg/cm}^2$ . Det kan derfor antas at en uttapping av boreslam nær bunnen av en slik borstamme med en hastighet på 0,47 l/sek., vil bevirke et signal på  $0,7 \text{ kg/cm}^2$  pr. sekund på jordoverflaten. Endringstakten for trykket skal her betegnes  $\frac{dp}{dt}$  som i foreliggende tilfelle er lik 10.

Tre viktige eksperimenter er utført:

1. Målingene er gjort i et prøveborehull i en dybde på 549 m med moderate differensialtrykk på  $70 \text{ kg/cm}^2$  over en ventil i bunnen.
2. Målingene er gjort i et borehull i et oljefelt i en dybde på 2440 m og lave differensialtrykk på  $28 \text{ kg/cm}^2$ .
3. Målingene er gjort i et andre borehull i oljefeltet i en dybde på 1525 m og med høye differensialtrykk på  $112 \text{ kg/cm}^2$ .

Alle tre serier av eksperimenter indikerte at  $\frac{dp}{dt}$  for trykkpulsene som ble mottatt på jordoverflaten når ventilen plutselig ble åpnet var vesentlig høyere enn beregnet. Grunnene for dette er: (a) meget sammenpresset boreslam kan ha en elastisitetsmodul noe høyere enn 400 000, (b) det er noe bølgeledende effekt som skyldes borstammen som bevirker at signalet beveger seg meget mer fordelaktig enn det ville ha blitt i en stor tank med samme volum, og (c) en plutselig åpning av en ventil ved bunnen av borehullet bevirker høyere  $\frac{dp}{dt}$  enn i tilfelle av en stor tank som følge av elastisiteten av boreslamsøylen over ventilen.

I en borstamme med en lengde på 4575 m med lukket bunn og med en markør plassert på toppen av slamsøylen, ville markøren falle ca. 33,5 m når et slampumpetrykk på  $210 \text{ kg/cm}^2$  påtrykkes. Det kan derfor antas at slamsøylen er kontinuerlig sammenpresset ca. 30,5 m og virker som en lang fjær i hvilken det er lagret stor potensial energi. Når ventilen ved bunnen av borstammen plutselig åpnes, blir denne potensielle energi utløst og bevirker en stor negativ slamtrykkpuls, slik at slamtrykkpulsene blir vesentlig større enn i det tilfelle hvor slammet ikke var sammentrykkbart.

Ved eksperimentene som ble foretatt i et borehull på 1525 m ble en smal passasje på  $0,30 \text{ cm}^2$  åpnet mellom innsiden av borkra-ven og omkretsen og lukket i samsvar med en styrt rekkefølge. Trykket over ventilen var  $112 \text{ kg/cm}^2$  og uttappingen var beregnet til ca. 0,95 l/sek. Slamvolumet inne i borstammen var ca. 9462 liter og med en elastisitetmodul for slammet på 400 000 ble trykkfallet beregnet til  $2,8 \text{ kg/cm}^2$  pr. sekund. Ved prøvene ble trykkfallet på jordoverflaten målt til over  $7 \text{ kg/cm}^2$  pr. sekund eller vesentlig mer enn antatt fra den enkle beregning. Følgende konklusjon ble gjort: Med høye trykk ( $70 \text{ kg/cm}^2$  eller mer) over borkronen, kan store skarpe signaler frembringes på jordoverflaten ved åpning og lukking av en meget liten ventil nær borkronen. Ventiler med en åpning på  $0,35 \text{ cm}^2$  kan frembringe sterke signaler fra en dybde på 1525 m og svekkelsen av signalamplituden fra dybder mellom 762 og 1525 m har vist seg å være meget liten, hvilket indikerer at signaldempningen er liten.

Anordningen ifølge oppfinnelsen har flere viktige fordeler: Den hurtige uttapping med en takt på så lite som 0,47 l/sek. vil frembringe en skarp puls, dvs. en puls som har en meget stor trykkendringstakt, dvs. stor  $\frac{dp}{dt}$  på f.eks. 40. Videre vil den hurtige åpning av ventilen også minske slitasje av følgende grunner: Når ventilen er lukket, er det klart ingen slitasje av ventilsetet. Når ventilen er åpen og åpningsarealet er stort sammenlignet med den etterfølgende struping, vil ventilen ha en meget lav strømnings-hastighet og følgelig vil slitasjen ligge hovedsakelig i den etterfølgende struping som kan tåles å være av ikke eroderbart materiale som f.eks. borkarbid. Slitasje opptrer i ventilen bare under åpning og lukking, dvs. bare når strømningshastigheten i ventilsetet er meget stor. Ventilbetjeningen bør derfor være så hurtig som mulig for åpning og lukking og det er ingen grenser for ønsket has-

tighet. Uttappingshastigheten gjennom ventilen bør også være hurtig, men det er en øvre grense over hvilken en hurtigere uttapping ikke er fordelaktig. Dette skyldes at det er en grense for høyfrekvensoverføringen gjennom slamm. Frekvenser høyere enn 100 Hz blir sterkt dempet og er av liten verdi for oppbygningen av en hurtig puls på jordoverflaten. For å bestemme maksimal brukbar utstrømningshastighet er det nødvendig å gjøre eksperimenter i full målestokk under anvendelse av et riktig oljeborehull og lang lengde av en vanlig borstamme. Eksperimentene omfattet en spesielt stor ventil etterfulgt av en innstillbar åpning.

Endringer av åpningens størrelse kan bestemme strømningshastigheten i liter pr. sekund. Det ble fastslått at en strømningshastighet større enn ca. 11,35 l/sek. betød lite forbedring av signalet. En sammenligning av signaler fra en dybde på 1529 m med forskjellige åpningsstørrelser ble foretatt med 1,3 cm diameter, 1,08 cm diameter og 0,68 cm diameter. Det ble fastslått at med en åpningsdiameter på 0,68 cm ble det frembragt et signal på jordoverflaten som var tilnærmet like stort som det som ble frembragt med en åpningsdiameter på 1,3 cm.

Fig. 1 viser en typisk borerigg 10 med en slamsirkulasjonspumpe 12, et rør 14, et standrør 16, en fleksibel roterbar høytrykkslange 18, et dreieledd 20 og en borstamme 22 som omfatter en borkrave 24 og en borkrone 26. I kort avstand over borkronen 26 og montert i borkraven 24 er det montert en negativ slamtrykkpuls-generator 28, en føleinnretning og instrumentering 30. Pulsgeneratoren 28 er av spesiell konstruksjon. Den frembringer en rekke programmerte pulser som hver består av en kort momentan minskning av slamtrykket. Ved en utførelse oppnås dette ved hjelp av en ventil som åpnes momentant og gir en passasje mellom innsiden og utsiden av borkraven 24, dvs. at ventilen styrer en passasje mellom innsiden av borkraven 24 og det ringformede rom 29 mellom borkraven og borehullets vegg.

Utstyret 32 på jordoverflaten er forbundet med en trykkomformer 100 som på sin side er forbundet med standrøret 16. Alternativt kan omformeren 100 være forbundet med den stasjonære del av det dreibare ledd 20.

Et viktig forhold ved oppfinnelsen er at lengden av det tidsrom i hvilket ventilen er åpen ikke har noen forbindelse med mengden av energi som er nødvendig. Den eneste energi som er nødvendig er den som bringer ventilen til åpen stilling. Viktigheten av dette fremgår tydelig av følgende overveielse.

Det er ved eksperimenter fastslått at for å oppnå et sterkt signal fra en dybde på 3050 m til 6100 m må ventilen holdes åpen i ca.  $\frac{1}{2}$  til 1 sekund og enhver elektromekanisk innretning som arbeider i så lang tid vil ikke bare nødvendiggjøre meget energi, men vil også bli overopphetet og under spesielle forhold brenne opp som følge av den utviklede varme.

Som nevnt ovenfor, er det som eksempel angitt to typiske følere som kan anvendes i forbindelse med oppfinnelsen. Fig. 2A viser en føler for naturlig gammastråle og tilhører utstyr som i dette eksempel er av analog art. Fig. 2B viser en temperaturføler og i dette eksempel er denne av digital art. Den ene eller den andre av disse følere kan forbindes med inngangsklemmen i instrumenteringen som vist på fig. 3 som skal beskrives nedenfor.

Fig. 2A viser en geigerteller 168 som på vanlig måte tilfører en høyspenning +HV. Geigertelleren frembringer pulser som via en kondensator 169 tilføres en forsterker 171 som frembringer pulser i utgangen svarende til geigertellerens pulser. Disse pulser tilføres en krets 172 som frembringer en utgangspuls for hver 1024 geigertellerpulser og disse utgangspulser har en tidsavstand  $t_1$ . Jo sterkere gammastråling, jo større blir pulsfrekvensen fra kretsen 172 og jo kortere vil tiden  $t_1$  være.

Fig. 2B viser temperaturføleren som er utstyrt med en temperaturavhengig motstand 173 som leverer en likespenning som er proporsjonal med temperaturen. En forsterker 174 forsterker likespenningen og tilfører denne til en analog-digitalomformer 175 som leverer en rekke bittgrupper, den ene etter den annen, som hver representerer et tall som er proporsjonalt med den avføyte temperatur. Utgangssignalene fra kraftforsterkerne 185, 186 anvendes for energisering av viklene som betjener ventilleget. Når viklingen 55 energiseres vil et tilhørende anker beveges oppover slik at en stang påvirker ventilen til å åpne. Når viklingen 59 energiseres, vil ankeret beveges nedover og dermed sette ventilen i lukket stilling.



Ved de her anvendte følere representeres størrelsen av parameterne nede i borehullet av elektriske pulser. Rekken av pulser representerer en kode (binær eller annen) og rekken representerer størrelsen av parameteren. Fig. 3 viser hvorledes hver enkelt puls i denne kode beveger ventilleget. På fig. 3 representerer 177 en slik puls som er meget kort i tid, bare noen få mikrosekunder. Denne puls 177 påtrykkes blokken 178 som inneholder en monostabil multivibrator og fortrinnsvis inverterende likerettende kretser som reagerer på en enkelt inngangspuls og leverer to utgangspulser som er adskilt i tid ved liten  $t_1$ , av hvilke den første opptrer samtidig med inngangspulsen og den andre opptrer med en forsinkelse på  $t_1$  som vist med pulsene 179 og 180. Disse pulser 179 og 180 påtrykkes hver sin blokk 181, 182 som er identiske og forlenger pulsene. Hver inngangspuls forlenges til en puls 183 respektivt 184 og tilføres en "Darlington"-forsterker 185 respektivt 186.

Ved en praktisk utførelse av fig. 3 er det valgt en konstant  $t_1 = 500$  millisekunder og  $t_2 = 20$  millisekunder. Når en enkelt puls 177 påtrykkes ledningen 167, blir Darlington-forsterkeren 185 koplet inn i 20 millisekunder og deretter koplet ut. 500 millisekunder senere blir Darlington-forsterkeren 186 koplet inn i 20 millisekunder og deretter koplet ut. Ventilen åpnes i 500 millisekunder uten at det kreves energi i denne periode. Energi kreves bare i de korte 20 millisekunder som er nødvendig for å omstille ventilen til åpen eller til lukket stilling. Med den hurtige bistabile virkning utøves høye trykk og volumer i slammet uten at det er nødvendig å anvende store kvanta energi, men derimot liten energi fra batterier som kan betjene ventilleget ca. 1 million ganger.

Utstyret på jordoverflaten som anvendes i forbindelse med anordningen nede i borehullet må eliminere interferensvirkning som opptrer i trykkomformerer 100 og som kan ha forskjellige former.

Fig. 4 viser utstyret på jordoverflaten for overvåkning av radioaktivitet for jordformasjoner som boret passerer under boringen. Trykkomformerer 100 er forbundet med standrøret 16 og omformer variasjoner i slamtrykket i standrøret til elektrisk spenning. Denne spenning representerer en blanding av to komponentsignaler, nemlig det nyttige informasjonssignal og interfe-

renssignal. Informasjonssignalet er en rekke av korte negative slamtrykkpulser som dannes ved hurtig åpning og lukking av ventilen. Interferenssignalet har form av forholdsvis langsomme og periodiske trykkvariasjoner som frembringes ved slagene i slampumpen 12. Disse slampumpesignaler maskerer eller gjør informasjonssignalene utydelige.

En viktig funksjon i denne forbindelse, er fra det forstyrrede signal som leveres av omformeren 100, å utlede et rent, ønsket informasjonssignal. Dette oppnås ved hjelp av en signalutleder 102 som er forbundet med utgangsklemmen 101 på trykkomformeren 100. Signalutlederen eliminerer den interfererende virkning og leverer på utgangen 108 en rekke pulser fra hvilke informasjonen med hensyn til parameteren nede i borehullet lett kan utledes.

Det rene informasjonssignal fra signalutlederen 102 har form av pulser som stammer fra betjeningen av ventilleget 36. Relevant informasjon oppnås ved tidsintervalloppdeling av pulsene. En tid-amplitudeomformer 115 er forbundet med signalutlederutgangen 108 og omformer disse pulser som stammer fra betjeningen av ventilleget 36 til signaler med amplituder som representerer intervallene mellom pulsene.

Signalene fra omformeren 115 tilføres inngangsklemmen 109 i en resiproseringskrets 118 som leverer utgangsspenninger som er det resiproke av inngangsspenningene. Hvis en spenning med amplituden  $M$  tilføres kretsen 118, vil utgangsspenningen ha en amplitude  $1/M$ . Disse signaler med amplituden  $1/M$  opptegnes på en oppteigningsbærer i en oppteigningsinnretning 120. Oppteigningsbæreren beveges i samsvar med endring i boredybden ved hjelp av en føler 30 i en dybdeavfølingsinnretning 121.

For tydeligere å fremheve fordelene ved signalutlederen 102 skal nedenfor forskjellige signaler som kommer på tale analyseres under henvisning til fig. 5. Hvis

$$F(t) = S(t) + N(t) \quad (1)$$

hvor  $S(t)$  er det ønskede informasjonssignal som skyldes negative slamtrykkpulser  $P_1$ ,  $P_2$ , og  $P_3$  tegnet opp på tidsaksen  $t$  som vist på fig. 5A. Tidene for opptreden av disse pulser som

svarer til tidspunktene for betjening av ventilleget 36 er  $t_1$ ,  $t_2$  resp.  $t_3$ . Tidsintervallene som skiller disse pulser er  $\lambda_1 = t_2 - t_1$ ,  $\lambda_2 = t_3 - t_2$ ,  $\lambda_3 = t_4 - t_3$ , etc. og indikerer styrken av den målte stråling. Hvis disse tidsintervaller er lange, er styrken forholdsvis liten og omvendt. Hvis intervallene er små, er styrken forholdsvis stor. Det interfererende signal som frembringes av slampumpen 12 er på fig. 5A vist som en periodisk, men ikke nødvendigvis sinusformet funksjon  $N(t)$  med en periode  $T$ . Lengden av perioden svarer til omdreiningshastigheten for pumpen.

For å lette forklaringen er skalaene innbyrdes blitt forvrenget på fig. 5. I praksis vil det være fra 50 til 80 svingninger i  $N(t)$  mellom tidene for opptreden av pulsene  $P_1$  og  $P_2$ . Dermed vil  $\lambda_1$  og  $\lambda_2$  variere fra  $50T$  til  $80T$ . På fig. 5A er imidlertid bare noen få svingninger av  $N(t)$  vist mellom  $P_1$  og  $P_2$ . Videre er de negative slamtrykkpulser  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  ikke rent rektangulære som vist på fig. 5A og meget mindre enn de som er vist. I virkeligheten er størrelsen av  $P_1$ ,  $P_2$  eller  $P_3$  ca. 0,1 eller 0,01 ganger den maksimale amplitude av svingningene  $N(t)$ .

På fig. 5 er kurvene A til E anbrakt under hverandre slik at signalene kan sammenlignes i tidsforhold, slik at man kan følge de forskjellige trinn av forløpet i signalutlederen 102, nemlig:

Trinn 1. Inngangssignalet  $F(t)$  forskyves  $T$  for å oppnå

$$F(t - T) = S(t - T) + N(t - T) \quad (2)$$

hvor  $S(t - T)$  og  $N(t - T)$  er det forskjøvne ønskede signal respektivt det forskjøvne interfererende signal. Begge signaler er vist på fig. 5B. Signalet  $S(t - T)$  er representert ved pulsene  $P_1^{(a)}$ ,  $P_2^{(a)}$  og  $P_3^{(a)}$  som oppnås ved en forskyvning  $T$  av pulsene  $P_1$ ,  $P_2$  og  $P_3$  på fig. 5A. Signalet  $N(t - T)$  på fig. 5B er synkront med signalet  $N(t)$  på fig. 5A. Dette skyldes periodisiteten av signalet slik at:

$$N(t - T) = N(t) \quad (3)$$

Trinn 2. Ved å subtrahere inngangssignalet  $F(t - T)$  fra det opprinnelige inngangssignal  $F(t)$  får man:

$$M(t) = F(t) - F(t - T) \quad (4)$$

På grunnlag av uttrykkene (1), (2) og (3) får man:

$$M(t) = S(t) - S(t - T) \quad (5)$$

Det interfererende signal er således eliminert og opptrer ikke i  $M(t)$ . Dette fremgår også av fig. 5A og B.

Som vist på fig. 5C, består  $M(t)$  av pulser som opptrer i par. Hvert par inneholder en negativ og en positiv puls som er adskilt fra hverandre med et tidsintervall  $T$ . Det opptrer således ett par  $P_1^{(b)}$  og  $P_1^{(b)}$  som er etterfulgt av et par  $P_2^{(b)}$  og  $P_2^{(b)}$  og som igjen er etterfulgt av et par  $P_3^{(c)}$  og  $P_3^{(c)}$  og så videre.

Trinn 3. Ved å forskyve  $M(t)$  en tid  $T$  får man  $M(t - T)$ . Hele rekken av pulser på fig. 5C er på fig. 5D forskjøvet med tiden  $T$ , men pulsparene er bibeholdt med ny betegnelse  $P_1^{(c)}$  og  $P_1^{(c)}$  osv.

Trinn 4. Ved å sammenligne de forskjøvne pulser på fig. 5D i forhold til fig. 5C fremgår at to pulser i samme par opptrer samtidig. Tidspunktet for samtidig opptreden er på fig. 5E betegnet  $P_1^{(d)}$ ,  $P_2^{(d)}$  og  $P_3^{(d)}$ , slik at

$P_1^{(d)}$	samtidig med	$P_1^{(b)}$	og	$P_1^{(c)}$
$P_2^{(d)}$	samtidig med	$P_2^{(b)}$	og	$P_2^{(c)}$
$P_3^{(d)}$	samtidig med	$P_3^{(b)}$	og	$P_3^{(c)}$

Tidspunktet for pulsene  $P_1^{(d)}$ ,  $P_2^{(d)}$  og  $P_3^{(d)}$  er  $t_1 + T$ ,  $t_2 + T$  og  $t_3 + T$ .

Pulsene  $P_1^{(d)}$ ,  $P_2^{(d)}$  og  $P_3^{(d)}$  svarer til pulsene  $P_1$ ,  $P_2$  og  $P_3$  som er vist på fig. 5A. Pulsene på fig. 5E representerer således nyttesignalet  $S(t - T)$  fordi det bare er forskjøvet med tiden  $T$ . Det klart at pulsene på fig. 5E gir informasjonen som er ønsket. Tidsintervallet mellom  $P_1^{(d)}$  og  $P_2^{(d)}$  er  $\lambda_1$  og tidsintervallet mellom  $P_2^{(d)}$  og  $P_3^{(d)}$  er  $\lambda_2$  osv. Størrelsene  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  osv. representerer den målte stråling ved hjelp av gammadetektoeren.

Det ovenfor nevnte trinn skal nå betraktes på bakgrunn av virkningen av signalutlederen 102 som består av komponentene 105 og 107 på fig. 4 og som er vist i detalj på fig. 6 resp. 7.

Komponenten 105 mottar på inngangsklemmen 101 som er den samme som inngangsklemmen for signalutlederen 102 på fig. 1, signalet  $F(t)$ . Dette signal forsterkes i en forsterker 130 og tilføres inngangen 131 i et forsinkelsesnettverk 132. Forsinkelsesnettverket forsinket signalet  $F(t)$  med tiden  $T$  og leverer på utgangen 134 signalet  $F(t - T)$ . Dette signal er en sum av to komponentsignaler  $S(t - T)$  og  $N(t - T)$  som er vist på fig. 5B.

Signalet  $F(t - T)$  tilføres en inngang 134 i en subtraksjonskrets 135. Den andre inngang 136 mottar direkte signalet

$F(t)$  fra inngangen 101 via en ledning 137. I utgangen 106 fra subtraksjonskretsen 135 opptrer differenssignalet  $M(t) = F(t) - F(t-T)$  som er vist på fig. 5C.

Forsinkelsesnettverket 132 er forsynt med en styreinngang 113 som mottar et signal for styring av forsinkelsestiden  $T$ . Det er viktig at lengden av forsinkelsen  $T$  er den samme som perioden for slamtrykksvingningene som kan forårsakes av slampumpen 12.

Lengden av forsinkelsestiden  $T$  styres av tidspulser som utledes fra pulsgeneratoren 111 som er vist på fig. 4 og tilføres via en ledning 110 til styreinngangen 113.

Det antas at pumpen 12 frembringer  $N_1$  slag pr. sekund, slik at  $T = 1/N_1$ . Pulsgeneratoren 111 leverer tidspulser med forholdsvis høy takt  $N_2$  som er et multiplum av  $N_1$ .  $N_2$  er lik  $KN_1$ , hvor  $K$  er en konstant som kan velges lik 512. Hvis pumpe-slagene er ett pr. sekund, må signalgeneratoren levere 512 pulser pr. sekund. Det er klart at takten for pumpe-slagene varierer med tiden og følgelig vil  $N_2$  variere slik at det sikres at forsinkelsen som frembringes av forsinkelsesnettverket 132 alltid vil være lik en periode av slamtrykksvingningene som forårsakes av slampumpen 12.

De ovenfor nevnte trinn 1 og 2 som gjelder komponenten 105 og signalutlederen 102, og inngangssignalet  $F(t)$  som vist på fig. 5A er omdannet til et utgangssignal  $M(t)$  som opptrer en rekke pulspar som vist på fig. 5C. De to ytterligere trinn utføres av komponenten 107 og signalutlederen 102 som vist på fig. 7.

Signalet  $M(t)$  tilføres via ledningen 140 til et forsinkelsesnettverk 141 som er identisk med forsinkelsesnettverket 132 på fig. 6. Styreinngangen 114 mottar samme styresignal som ble tilført styreinngangen 113 i forsinkelsesnettverket 132. Følgelig vil forsinkelsen som frembringes av nettverket 141 være  $T$  og signalet som opptrer på utgangen av forsinkelsesnettverket 141 er  $M(t - T)$  som vist på fig. 5D. Dette utgangssignal tilføres via en forsterker 143 til den ene inngang 145 i en OG-portkrets 146. Samtidig blir det uforsinkede signal  $M(t)$  via ledningen 147 via forsterkeren 148 tilført den andre inngang 149 i OG-portkretsen 146. Disse to inngangssignaler  $M(t)$  og  $M(t - T)$  som tilføres OG-portkretsen 146 er vist på

fig. 5A resp. D. Som tidligere nevnt, opptrer noen pulser på fig. 5C samtidig med pulser på fig. 5D. Disse pulser som opptrer samtidig i utgangen av OG-portkretsen 146 er  $P_1^{(d)}$ ,  $P_2^{(d)}$  og  $P_3^{(d)}$  på fig. 5E. Disse samtidige pulser er utgangspulsene fra komponenten 107 og følgelig fra signalutlederen 102.

Det er således klart at ved hjelp av komponenten 107 er trinnene 3 og 4 utført. Signalet  $M(t)$  på fig. 5C er således omdannet til et signal  $S(t - T)$  som vist på fig. 5E. Det sistnevnte signal inneholder størrelsene  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  osv. som representerer den ønskede informasjon. Det skal bemerkes at signalet  $S(t - T)$  representerer en rekke av pulser som vist på fig. 5E.

Disse pulser tilføres en tid-amplitudeomformer 115 hvis utgang leverer de forskjellige størrelser slik som  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  osv. som representerer tidsintervallene mellom opptreden av pulser. Disse signaler tilføres i tur og orden til og omformes av resiprokingskretsen 118 på fig. 4 til andre resiproke signaler med størrelsen  $1/\lambda_1$ ,  $1/\lambda_2$ ,  $1/\lambda_3$  som oppteignes av en oppteigningsinnretning 120 på fig. 4. Det er klart at størrelsene  $1/\lambda_1$ ,  $1/\lambda_2$  og  $1/\lambda_3$  representerer styrken av radioaktiviteten i jordformasjonene som avføles av føleren 30 på forskjellige dybder i borehullet.

Det er ovenfor beskrevet utstyr for å utføre de logiske trinn som fører fra signalet  $F(t)$  til signalet  $S(t - T)$ . Disse trinn er utført i analog form. Hvis ønskelig, kan det hele alternativt utføres i digital form som vist på fig. 8 når utgangssignalet fra trykkomformeren 100 tilføres en analog-digitalomformer 103 hvis utgangssignal tilføres en digital databehandlingsinnretning 104 som inneholder elementene 122, 123, 124, 125 og 126. Tidssignaler fra pulsgeneratoren 111 eller 140 innføres i behandlingsinnretningen 104 for å styre forsinkelser i samsvar med pumpehastigheten. Utgangssignalet fra behandlingsinnretningen 104 tilføres en digital-analogomformer 127 hvis utgangssignal tilføres oppteigningsinnretningen 120.

Fig. 9 viser en anordning i likhet med anordningen på fig. 4, men hvor data som utledes og oppteignes er temperaturen som avføles av føleren 30 på fig. 1. Data som tilføres signalutlederen 102 er i digital form som vist på fig. 3D. Signalutlederen 102 på fig. 9 er identisk med den på fig. 4, men tid-amplitudomformer 115 og resiproseringskretsen 118 på fig. 4

er erstattet med en digital-analogomformer 141. Utgangssignale-  
lene fra en egnet pulsgenerator tilføres styreinn-  
gangen 110 i signalutlederen 102.

Det er ikke alltid lett å tilveiebringe en mekanisk  
forbindelse til en slampumpe 12 som vist med kjedetrekk 112 på  
fig. 4 og en alternativ løsning for frembringelse av de nødven-  
dige pulser for signalutlederen kan være ønskelig. Styreinn-  
gangen 110 i signalutlederen 102 på fig. 4 tilføres pulser med  
en takt på 512 pulser for hvert fulle pumpeslag. Det er klart  
at denne takt må synkroniseres nøye med pumpeslagene. Alle de  
viste tider  $T$ ,  $t_1$ ,  $t_2$  osv. på fig. 5 er ikke eksakte tider, men  
er direkte utledet fra hastigheten av slampumpen 12 slik at  
de ikke skulle uttrykkes i sekunder eller minutter, men i liter  
slam. Når det på inngangen 110 på fig. 4 tilføres 512 pulser  
pr. pumpeslag, betyr det at det på inngangen opptrer spennings-  
pulser med en frekvens lik 512. harmoniske av pumpeslagfrekven-  
sen. Fig. 10 viser hvorledes dette kan oppnås uten mekanisk  
forbindelse med pumpeakselen.

På fig. 10 er det anordnet en spenningsstyrt oscillator  
145 hvis utgang 110 leverer elektriske pulser med en frekvens  
som er styrt av en likespenning som påtrykkes en inngang 108.  
Komponenten 150 er en binær deler som deler frekvensen av pul-  
sene som påtrykkes inngangen 116 og frembringer utgangspulser  
på utgangen 117 med en frekvens som er lik  $1/512$  av frekvensen  
av inngangspulsen. Komponentene 119 er en fasesammenlignings-  
innretning som sammenligner to inngangssignaler, ett fra ut-  
gangsklemmen 117 og ett fra utgangsklemmen 130 og leverer på  
utgangen 128 en spenning som er null volt når de to inngangs-  
signaler har nøyaktig samme fase, og leverer en positiv spen-  
ning når inngangssignalet på 117 har et forsprang på inngangen  
130, og en negativ spenning når inngangssignalet på 117 ligger  
etter inngangssignalet på 130. Et batteri 129 leverer for-  
spenning til oscillatoren 145. Enheten 151 danner en faselåst  
sløyfe. Virkemåten er følgende: Det antas at pumpeslagfrekven-  
sen er 1 Hz og oscillatoren 145 leverer en frekvens på 512 Hz.  
Utgangssignalet fra delekretsen 150 vil da være 1 Hz og ut-  
gangssignalet fra trykkomformerer 100 vil være 1 Hz og når  
disse har samme frekvens og fase vil det i utgangen 128 fra  
sammenligningskretsen være null volt og oscillatoren 145 vil

ved riktig spenning fra batteriet 129 frembringe nøyaktig 512 pulser pr. pumpe slag.

Hvis det så antas at pumpehastigheten økes, vil frekvensen på ledningen 130 være noe større enn 1 Hz, f.eks.  $1 + \Delta_1$  Hz. Sammenligningsinnretningen 119 vil da levere et utgangssignal på utgangen 128 som ikke lenger er null volt, men f.eks.  $+ \Delta_2$  V og denne spenning tilføres oscillatoren 145 på klemmen 108 og øker frekvensen inntil antallet pulser pr. sekund er øket med en verdi  $f$  slik at  $f/512 = 1 + \Delta_1$ .

Frekvensen på klemmen 110 vil alltid nøyaktig følge frekvensen av slampumpen 12 og alltid være det 512. multiplum.

En tredje løsning for frembringelse av slike tidspulser er vist på fig. 11 hvor inngangen 154 i en korreleringsinnretning 152 mates fra utgangen av trykkomformeren 100 og mottar signalet  $F(t)$  som inneholder det periodiske signal  $N(t)$  og  $S(t)$ . Utgangssignalet fra trykkomformeren 100 tilføres også inngangen 101 i signalutlederen 102. Korreleringskretsen 152 leverer på sin utgang korrelasjonen av  $F(t)$  som er:

$$\phi_{ff}(\tau) = \overline{[S(t) + N(t)] [S(t+\tau) + N(t+\tau)]} \quad (6)$$

hvor streken over uttrykket indikerer middelvei av en bestemt tidsperiode. Uttrykket  $\phi_{ff}(\tau)$  kan uttrykkes

$$\phi_{ff}(\tau) = \phi_{ss}(\tau) + \phi_{nn}(\tau) \quad (7)$$

hvor

$$\phi_{ss}(\tau) = \overline{S(t)S(t+\tau)} \quad (8)$$

og

$$\phi_{nn}(\tau) = \overline{N(t)N(t+\tau)} \quad (9)$$

og  $\phi_{ss}(\tau)$  blir null ved en verdi av  $\tau = \tau_0$  og ut over  $\tau_0$  blir

$$\phi_{ff}(\tau) = \phi_{nn}(\tau) \quad (10)$$

Da  $\phi_{nn}(\tau)$  er periodisk, er uttrykket  $\phi_{ff}(\tau)$  også periodisk og har perioden  $\tau$ . Dette uttrykk som leveres av utgangen av korreleringskretsen 152 tilføres en pulsmultiplikator 153 som leverer en rekke tidspulser lik de som leveres av pulsgeneratoren 111 på fig. 4 og som tilføres klemmen 110 i signalutlederen 102. Pulsmultiplikatoren 153 multipliserer frekvensen av inngangspulsene ved hjelp av den faselåste sløyfe i likhet med den på fig. 10 eller på annen vanlig måte. De etterfølgende elementer på fig. 11 er de samme som på fig. 4 med den unntagelse at pulsgeneratoren 111 og kjededriften 112 er sløyfet.

Det er klart at innenfor oppfinnelsens ramme er den mulig forskjellige endringer og modifikasjoner. F.eks. kan det



nede i borehullet være anbrakt følere for flere enn to parametere. Det er videre klart at følere for flere parametere kan anvendes samtidig og i dette tilfelle anvendes kjent teknikk som f.eks. tidsdeling, multipleksing og lignende for behandling av data som representerer de forskjellige parametere.

Det er videre klart at borstammen 31 på fig. 1 ikke behøver roteres ved hjelp av et roterende organ på jordoverflaten, men borkronen 26 kan roteres ved hjelp av en slammotor som er anordnet umiddelbart over borkronen 26 i borstammen. Når en slik slammotor anvendes, vil det over denne opptre et stort trykkfall fordi den drives av slamstrømmen. Dette store trykkfall kan utnyttes for å oppnå trykkforskjell mellom innsiden av borstammen og det ringformede rom mellom borstammen og borehullets vegg, og i et slikt tilfelle behøver det ikke anvendes borkrone av jettypen.

Tilstedeværelsen av trykkfallet over slammotoren understøtter driften av anordningen ifølge oppfinnelsen så lenge den negative slamtrykkpulsgenerator befinner seg over slammotoren.

Den nevnte struping gjelder enten en borkrone av jettypen eller en slammotor eller begge. Uttrykket høytrykkssone gjelder på oversiden av strupingen og lavtrykkssonen gjelder undersiden av strupingen.

Det er klart at i enkelte tilfeller kan det anvendes flere slampumper i en enkelt borerigg og disse pumper må nødvendigvis arbeide synkront.

I et eksempel med tre pumper vil den periodiske trykkkurve på fig. 5A i praksis ikke være en enkelt periodisk funksjon  $N(t)$ , men være summen av tre komponenter som hver er periodiske og har sin egen bestemte periode.

Ved å anvende tre forsinkelsessystemer som vist på fig. 6 som hver synkroniserer sin egen pumpe, vil hver periodisk komponent i det interfererende slampulstrykksignal bli brakt til null hver for seg. Dette vil gi et signal hvor interfererende slampumpetrykksignaler er eliminert.

## P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for fjernmåling til bruk i forbindelse med boreoperasjoner i et borehull, for overføring av informasjon i form av datasignaler (Fig. 5: A P1) og ved anvendelse av et væskesirkulasjonssystem (Fig. 1: 14, 16, 18, 22, 29) omfattende en slampumpeanordning (Fig. 1: 12), hvor det av pumpen fremkommer forstyrrende signaler (Fig. 5: A N(t)) med skjernelige karakteristikk (Fig. 5: N(t)), hvilke skjernelige karakteristikk er resultatet av trykkendringer (N(t)) som bevirkes i væsken i sirkulasjonssystemet under boreoperasjonene, og er repeterende (Fig. 5) i henhold til et identifiserbart mønster (N(t)), og hvor sirkulasjonssystemet i det minste delvis utgjør en kommunikasjonskanal (Fig. 1: 22) mellom en senderanordning på et sted nede i borehullet (Fig. 1: 24) for overføring av datasignaler som representerer den nevnte informasjon, og en signalmottakeranordning (Fig. 1: 100) ved jordoverflaten (fig. 1: 34), hvilken signalmottakeranordning tjener til å motta en blanding (Fig. 5) av de nevnte datasignaler og de nevnte forstyrrende signaler, for å avstedkomme elektriske blandede signaler (Fig. 5: A) som representerer den nevnte blanding, k a r a k t e r i s e r t v e d a t d e t s o m signalmottakeranordning anvendes en eneste trykktransduser (100), for å generere elektriske signaler som representerer de nevnte datasignaler og de pumpe-frembragte forstyrrende signaler, at det avledes elektriske styresignaler (fig. 4: 111) som representerer virkningen av pumpeanordningen (12), at de elektriske blandede signaler tidsforskyves med en eller et helt antall pumpeperioder i avhengighet av de elektriske styresignaler og dermed frembringer tidsforskjøvne signaler, at de tidsforskjøvne signaler og de blandede signaler påtrykkes en signal-avledningsanordning (Fig. 4: 102) som styres av de elektriske styresignaler (Fig. 4: 110) for å frembringe prosesserte signaler (Fig. 4: 108) i hvilke de pumpe-frembragte forstyrrende signaler er redusert, og avledning av den nevnte informasjon fra de nevnte prosesserte signaler (Fig. 4: 120).

2. Anordning for fjernmåling til bruk i forbindelse med boreoperasjoner i et borehull, for overføring av informasjon i form av datasignaler (Fig. 5: A P1) og ved anvendelse av et væskesirkulasjonssystem (14, 16, 18, 22, 29) omfattende en slampumpeanordning (Fig. 1: 12), hvor det av pumpen fremkommer forstyrrende signaler (Fig. 5 A N(t)) med skjjelnelige karakteristikk (N(t)), hvilke skjjelnelige karakteristikk er resultatet av trykkendringer (N(t)) som bevirkes i væsken i sirkulasjonssystemet under boreoperasjonene, og er repeterende i henhold til et identifiserbart mønster (N(t)), og hvor sirkulasjonssystemet i det minste delvis utgjør en kommunikasjonskanal (22) mellom en senderanordning på et sted nede i borehullet for overføring av datasignaler som representerer den nevnte informasjon, og en signalmottakeranordning (100) ved jordoverflaten, hvilken signalmottakeranordning (100) tjener til å motta en blanding av de nevnte datasignaler og de nevnte forstyrrende signaler (Fig. 5 A), for å avstedkomme elektriske blandede signaler (Fig. 5 A) som representerer den nevnte blanding, k a r a k t e r i s e r t v e d e n e n e s t e trykktransduser (100) som utgjør signalmottakeranordningen, og frembringer elektriske blandede signaler som representerer en blanding av de nevnte datasignaler og de pumpe-frembragte forstyrrende signaler, en anordning for avledning av elektriske styresignaler (Fig. 4: 11) som representerer virkningen av pumpeanordningen (12), en anordning for tidsforskyvning av de elektriske blandede signaler med en eller et helt antall pumpeperioder i avhengighet av de elektriske styresignaler og derved frembringe tidsforskjøvne signaler, en signalavledningsanordning (Fig. 4: 102) som styres av de elektriske styresignaler for å kombinere de tidsforskjøvne signaler med de elektriske blandede signaler for å frembringe prosesserte signaler (Fig. 4: 108) i hvilke de pumpe-frembragte forstyrrende signaler er redusert, og en anordning for avledning av den nevnte informasjon fra de nevnte prosesserte signaler.

168546

18

3. Anordning ifølge krav 2, karakterisert ved at anordningen for tidsforskyvning (Fig. 6: 132) er innrettet til å forskyve de elektriske blandede signaler med et variabelt tidsintervall (styrt av 113 på Fig. 6).

4. Anordning ifølge krav 2, karakterisert ved at de repeterende signaler omfatter mer enn en repeterende komponent (de 3 siste avsnitt av beskrivelsen og Fig. 6) og prosesseringsapparatet er innrettet til å arbeide i overensstemmelse med periodisiteten av hver av de nevnte komponenter.

5. Anordning ifølge krav 2, karakterisert ved at anordningen (Fig. 11: 152 og 153) for frembringelse av de elektriske styresignaler omfatter en innretning for avledning av de elektriske styresignaler fra de nevnte elektriske blandede signaler.

6. Anordning ifølge krav 2, karakterisert ved at anordningen for frembringelse av de elektriske styresignaler omfatter midler til å danne gjennomsnittet av de elektriske blandede signaler (Fig. 11: 152).

7. Anordning ifølge krav 2, karakterisert ved at innretningen for avledning av elektriske styresignaler omfatter en korrelator (Fig. 11: 152) for å avstedkomme en autokorrelasjon av de elektriske blandede signaler.

8. Anordning ifølge krav 2,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at innretningen for  
avledning av de elektriske styresignaler omfatter en  
faselåst sløyfe (Fig. 10: 151).
9. Anordning ifølge krav 2,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at anordningen for  
frembringelse av elektriske styresignaler er en elektrisk  
generator koblet (Fig. 4: 112) til pumpeanordningen.
10. Anordning ifølge krav 9,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at pumpeanordningen  
pumper borevæske ved hjelp av en sekvens av pumpeslag  
bevirket ved omdreininger av pumpeanordningen og at puls-  
generatoren frembringer et flertall pulser (Fig. 4: 111)  
under det tidsintervall som tilsvarer en enkelt omdreining  
av pumpeanordningen.
11. Anordning ifølge krav 2,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at pumpeanordningen  
pumper borevæske ved hjelp av en sekvens av pumpeslag av  
resiproserende stempler drevet av en roterende del (Fig. 4:  
12) i pumpeanordningen, og at de elektriske styresignaler  
genereres i avhengighet av suksessive vinkelstillinger (Fig.  
4: 112) av den roterende del under hvert av pumpeslagene.

168546

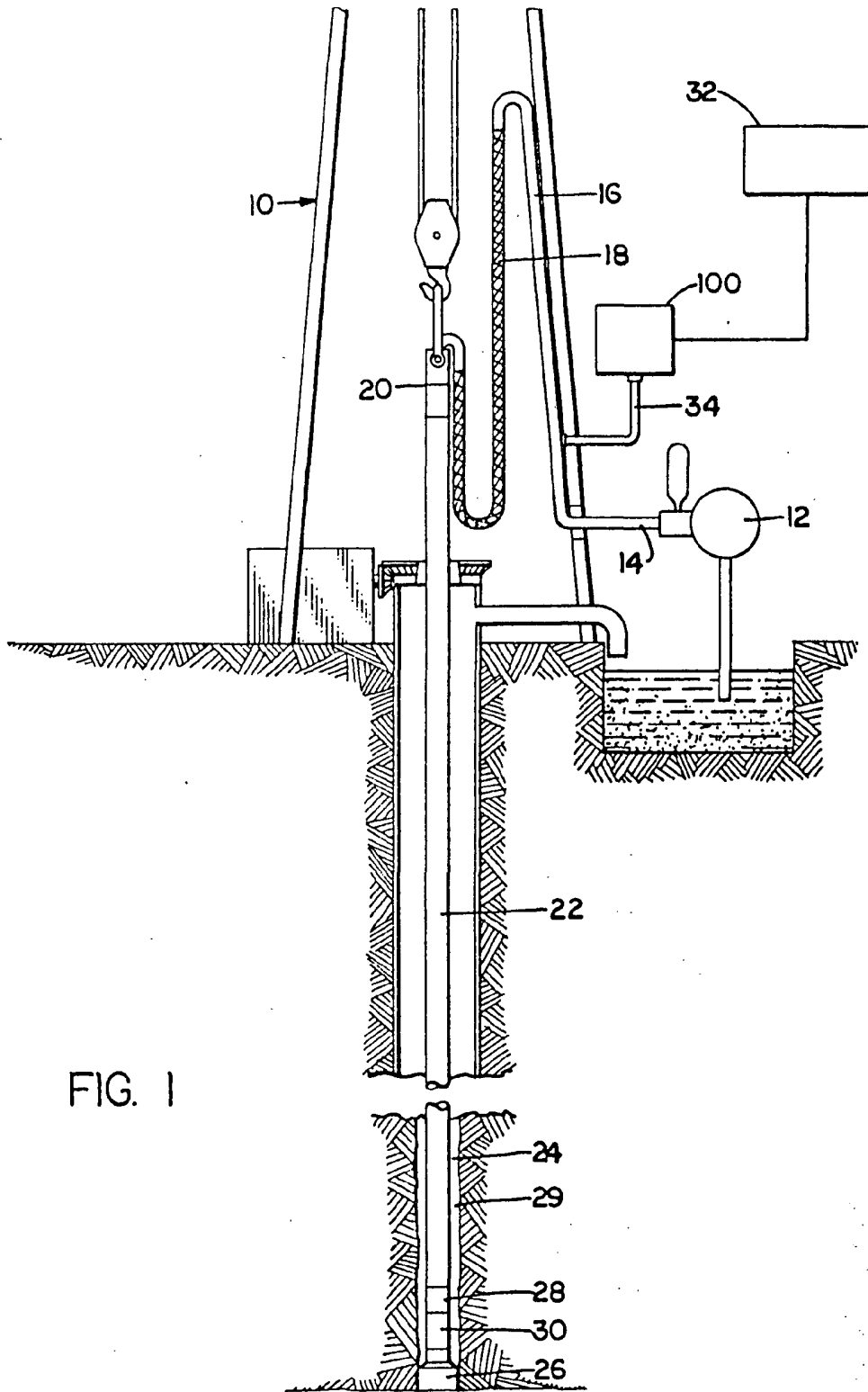
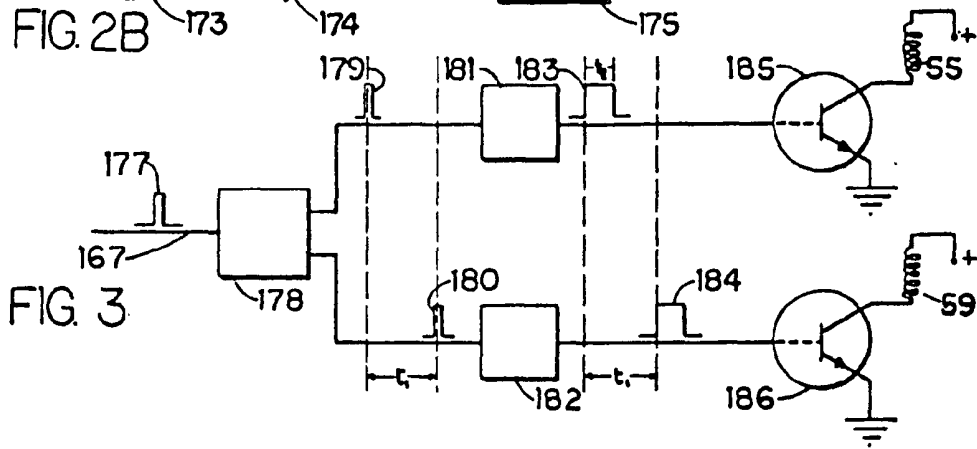
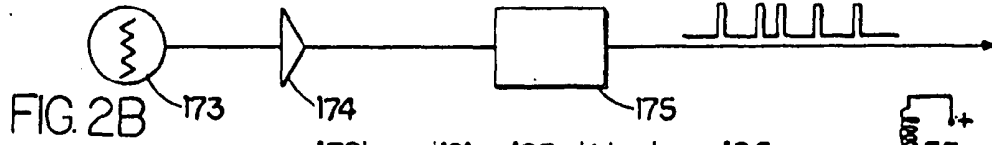
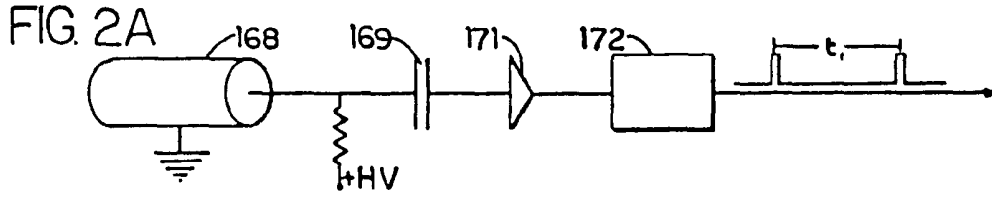


FIG. 1



168546

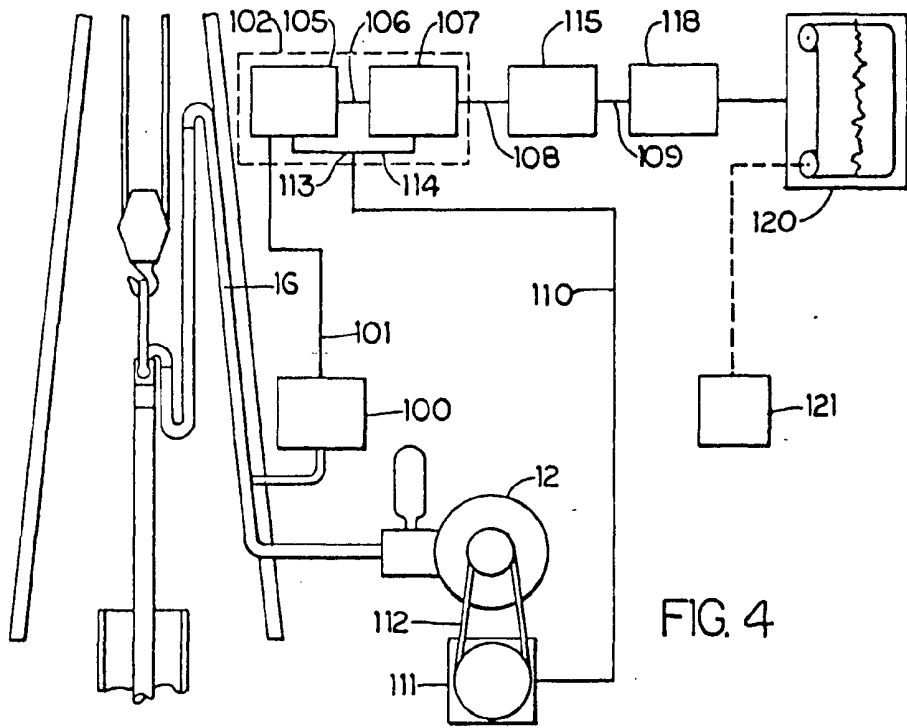


FIG. 4

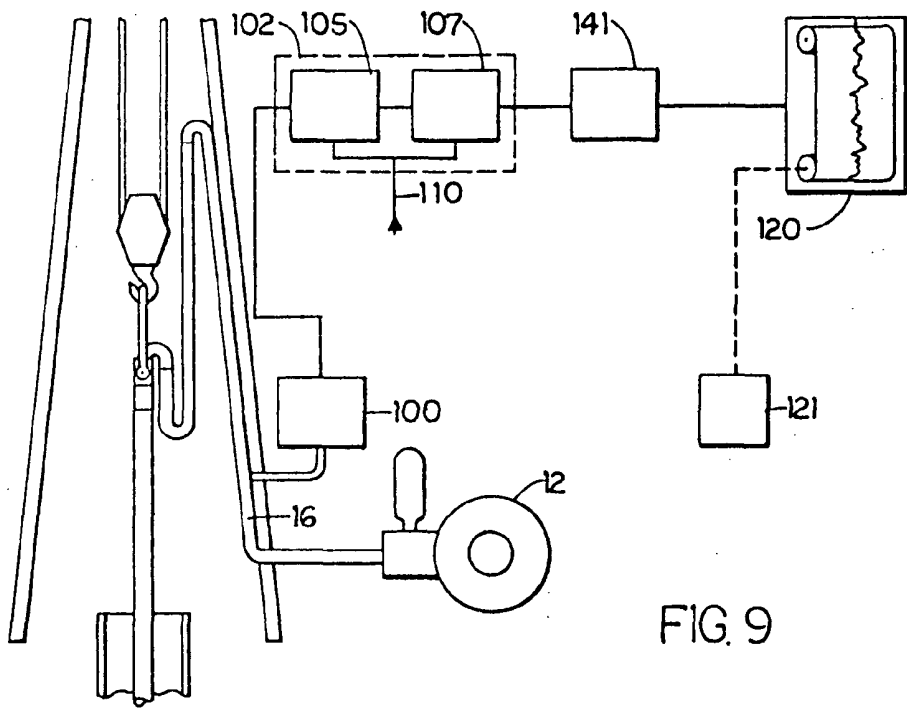


FIG. 9



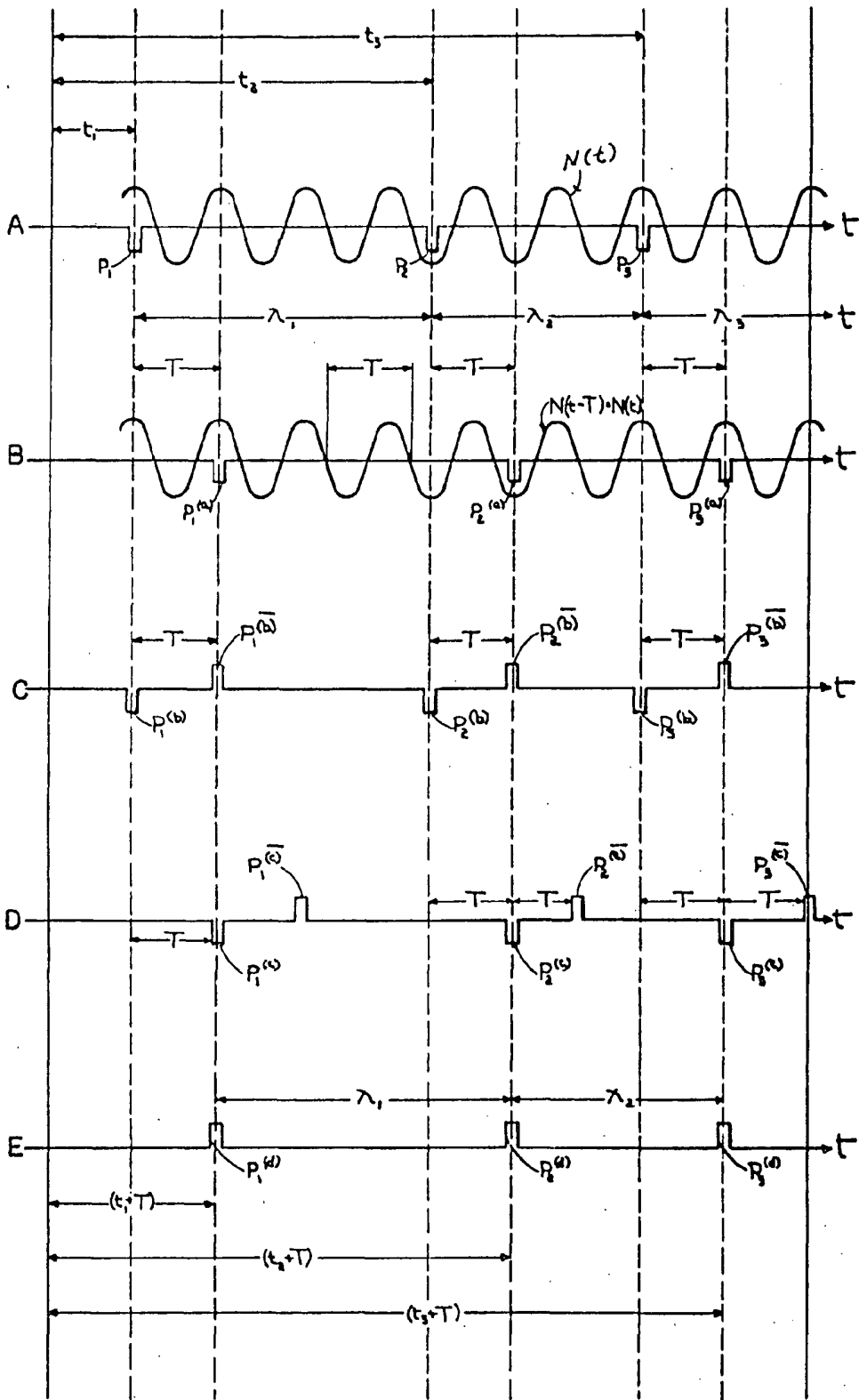


FIG. 5

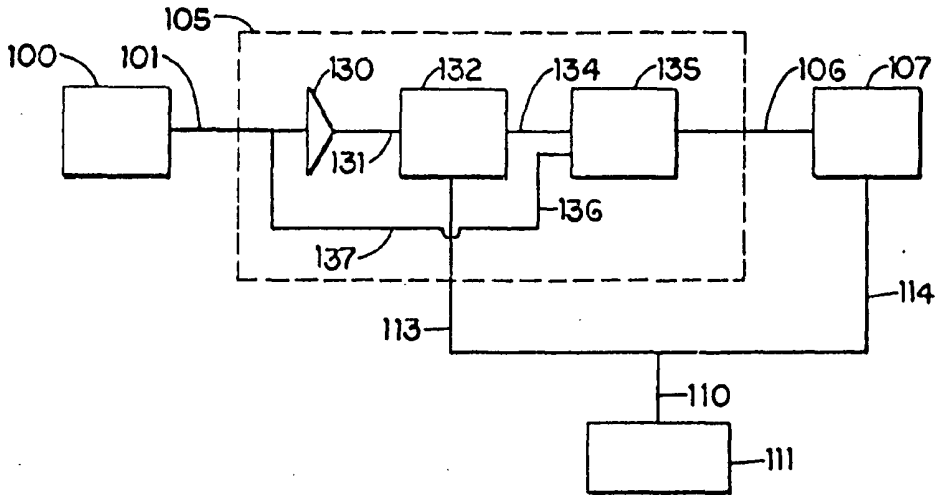


FIG. 6

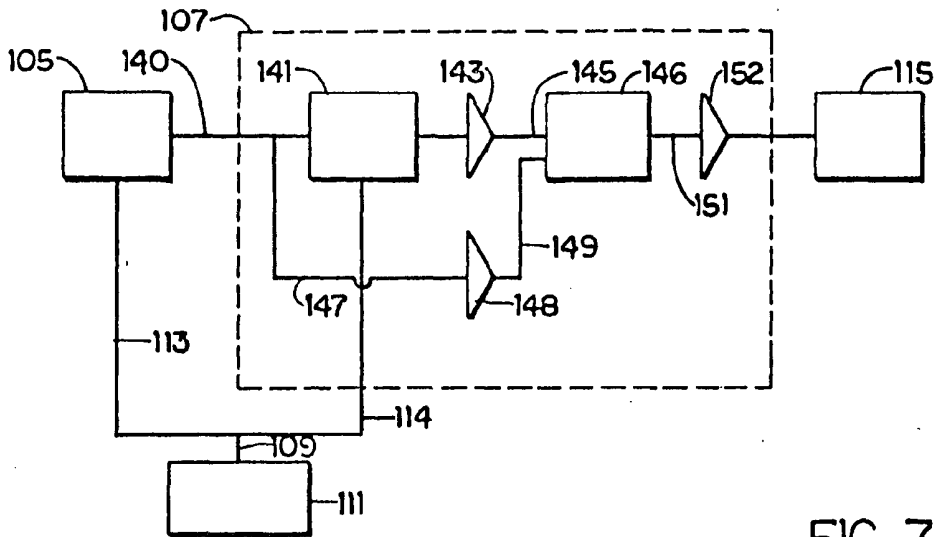


FIG. 7

FIG. 8

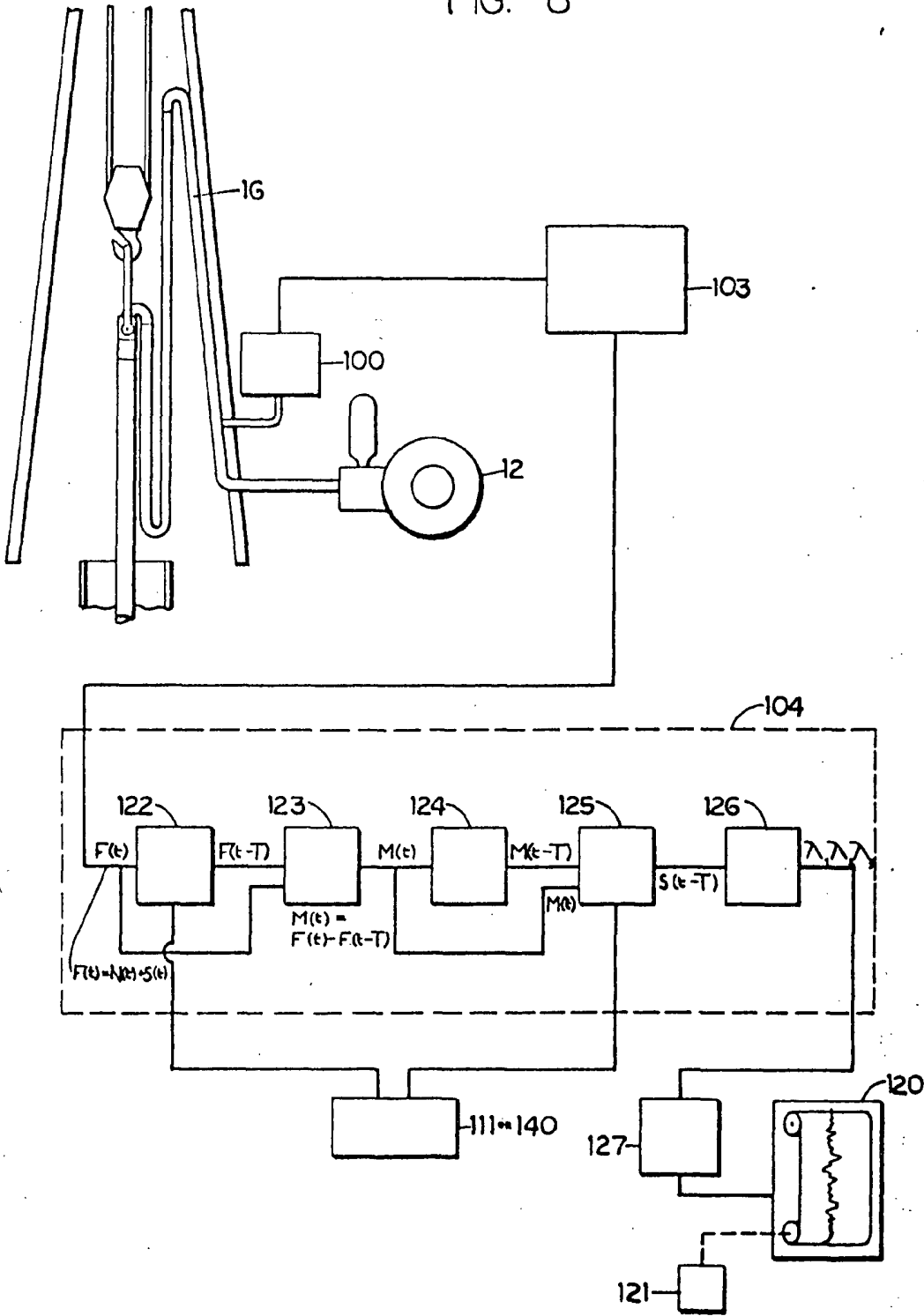


FIG. 10

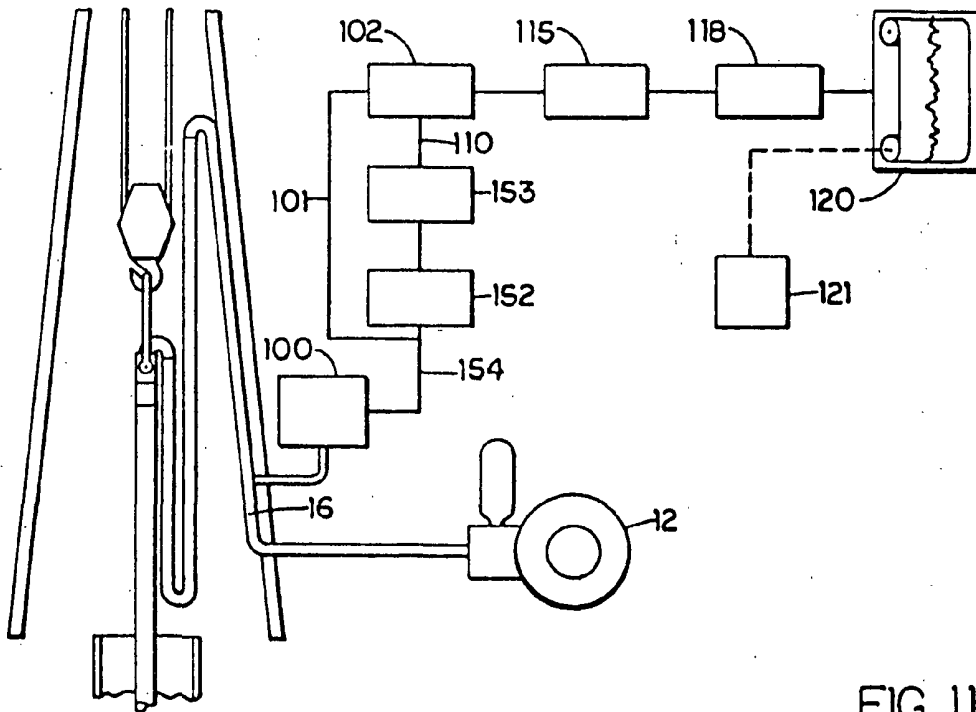
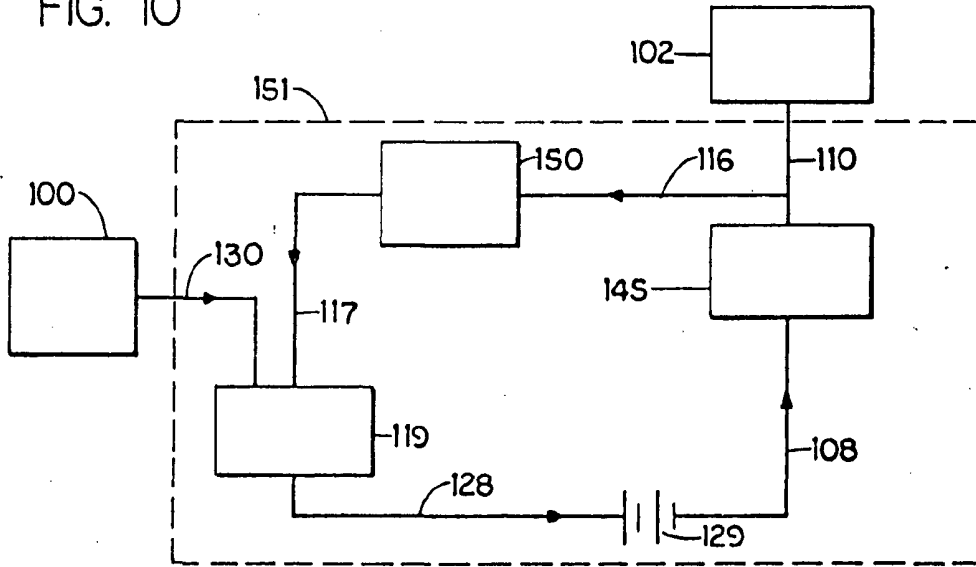


FIG. 11