



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 142017

(51) Int. Cl.³ G 08 C 23/00, E 21 B 47/00

(21) Patentsøknad nr. 1603/73

(22) Inngitt 16.04.73

(23) Løpedag 16.04.73

(41) Alment tilgjengelig fra 21.01.74

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 03.03.80

(30) Prioritet begjært 18.07.72, USA, nr. 272819, 272838

(54) Oppfinnelsens benevnelse Fremgangsmåte til og anlegg for styring fra jordoverflaten av måleoperasjoner i borehull.

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

(72) Oppfinner JOHN WOODROW HARRELL, Dallas, TX,
BOBBIE JOE PATTON, Dallas, TX,
JAMES HOWARD SEXTON, Dallas, TX,
USA.

(74) Fullmektig Bryns Patentkontor A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner USA (US) patent nr. 3324717, 2925251, 3309656

Oppfinnelsen angår en fremgangsmåte til styring fra jordoverflaten av måleoperasjoner i et borehull i et måle-
under-boringsystem, ved hvilken resultatene av målinger fore-
tatt av måleapparater i borehullet omsettes i overføringsut-
styr til akustiske signaler som sendes opp gjennom boreslammet
til indikasjonsutstyr på jordoverflaten.

Tidligere var det vanlig praksis ved slik måling i et
borehull å anvende elektrisk strøm fra en egnet kilde på jord-
overflaten, gjennom isolerte ledere å holde forbindelse med
overvåkningsutstyr nede i borehullet. Overvåkningsutstyret lever-
er et signal som representerer karakteristiske målinger i bore-
hullet til den isolerte leder. Anbringelse og opprettholdelse
av en slik isolert leder for måling i borehull under boring har
vist seg å være meget vanskelig.

I den senere tid har måling under boring vært ut-
nyttet uten at det er nødvendig med en isolert leder i borehullet
på noe tidspunkt under målingene. Ved et slikt system overfører
måleapparatene nede i borehullet målinger ved hjelp av en akus-
tisk bølge som utbrer seg oppover gjennom borstammen. Et ek-
sempel på et slikt system fremgår av U.S.-patentskrift nr.
2.810.546. Ved et annet slikt system anvendes borevæsken i bore-

hullet som overføringsmedium for informasjonsinnholdende akustiske bølger. Et eksempel på et slikt system fremgår av U.S.-patentskrift nr. 3.309.656. Ved dette system sikuleres borevæsken kontinuerlig ned gjennom borstammen og borhodet og opp gjennom en ringformet passasje mellom borstammen og borehullets vegg, i første rekke i den hensikt å fjerne borslam fra borehullet. En akustisk sender er anordnet nede i hullet og denne avbryter kontinuerlig strømmen av borevæske slik at det frembringes en akustisk bølge i borevæsken. Den akustiske bølge moduleres med måleinformasjoner fra måleutstyret og den modulerte akustiske bølge utbrer seg oppover gjennom borevæsken til et egnet registreringsutstyr.

For å styre boringen og målingene har det lenge vært praksis å stoppe arbeidet og fjerne borstammen fra borhullet i den hensikt å endre eller bytte om fra en type operasjon til en annen. Fordelene ved å være i stand til å styre og endre slike operasjoner fra jordoverflaten uten å stoppe arbeidsoperasjonene og fjerne borstammen fra borehullet er selvfølgelig.

Hensikten med oppfinnelsen er derfor å sørge for at arbeidsoperasjoner på et hvert sted langs borehullets lengde kan utføres ved styring av forskjellige forhold innenfor et system som omfatter måling i borehullet under boringen. Endringer i disse forhold startes på jordoverflaten og detekteres på ønsket sted nede i borehullet. Utgangssignaler som frembringes nede i borehullet som reaksjon på disse endringer kombineres selektivt for å tilveiebringe et antall styresignaler som anvendes for styring av operasjonene nede i borehullet.

Dette oppnås ifølge oppfinnelsen ved at det i borehullet frembringes et eller flere primære signaler som representerer hver sin arbeidsparameter i systemet, og et eller flere referansesignaler svarende til hver arbeidsparameter, at hvert primært signal sammenlignes med det eller de tilsvarende referansesignaler, at det i borehullet frembringes et eller flere sekundære signaler som er avhengige av utfallet av sammenligningen eller sammenligningene, at det eller de sekundære signaler omsettes til et eller flere styresignaler som tilføres et eller flere måleapparater eller det dermed forbundne overføringsutstyr, og at et ønsket styresignal frembringes ved at en eller flere arbeidsparametre endres fra utstyret på jordoverflaten.

Ved en utførelse ifølge oppfinnelsen utnyttes strømningshastigheten for borevæsken for styring av den tid senderen arbeider. Den hydrauliske energi i borevæsken omformes til en egnet energiform for å drive senderen, men energi kan bare tilføres senderen når energien overskrider det minimum av startenergi som er nødvendig for senderen. Deretter tilføres energi kontinuerlig til senderen så lenge energinivået ikke faller under minimal driftsenergi for senderen. På denne måte utnyttes strømningshastigheten for borevæsken til styring av det tidsrom i hvilket senderen er i drift.

Det er mulig å anvende et antall parametre for kommunikasjonskanalene, f.eks. strømningshastigheten, vekten av borchodet og rotasjonshastigheten av boret. Omformere i boreverktøyet omformer endringer i disse parametre til de første signaler som representerer forholdene i vedkommende kanal. Disse

142017

4

første signaler blir da ifølge en foretrukket utførelse, sammenlignet med et referansesignal for å frembringe et andre signal avhengig av forskjellen mellom det første signal og referansesignalet. Hvis et antall referansesignaler anvendes for hver kanal, er det mulig å oppnå tilsvarende antall andre signaler fra denne kanal. F.eks. kan det oppnås indikasjoner om strømningshastigheten for boreslammet ligger over, under eller mellom to referanseverdier.

Utgangssignalene kan selektivt kombineres for å frembringe styresignaler som kan anvendes for å styre operasjoner nede i borehullet.

Ytterligere trekk ved oppfinnelsen vil fremgå av kravene 2-11.

Oppfinnelsen skal nedenfor beskrives under henvisning til tegningene.

Fig. 1 viser skjematisk en anordning ifølge oppfinnelsen for samtidig boring og måling i et borehull.

Fig. 2 viser et aksialt snitt gjennom måleutstyret nede i borehullet for en anordning ifølge oppfinnelsen.

Fig. 3 viser et blokkskjema for komponentene som er anordnet i borehullet under måling på fig. 1.

Fig. 4 viser et blokkskjema for en anordning ifølge oppfinnelsen.

Fig. 5-7 og 10 viser kopleingsskjemaer for komponenter i anordningen på fig. 4.

Fig. 8 og 9 viser bølgeformer for signaler som opptrer på bestemte punkter på fig. 5 og 6.

Fig. 11 viser et blokkskjema for en utførelsesform for en anordning ifølge oppfinnelsen.

Fig. 12 viser driftskaraktistikken for vekselstrømgeneratoren og spenningsregulatoren.

Fig. 13 viser et koplingskjema for utførelse av en senderstyreinnretning for anordningen ifølge oppfinnelsen.

Fig. 14 viser kurveformer for forskjellige punkter på fig. 13.

Anordningen er i stand til å styre operasjoner nede i borehullet for et hvilket som helst punkt langs borehullets lengde hvor måling foretas under boringen. Signaler overføres ned til verktøyet ved hjelp av overføringskanaler som kan styres enten automatisk eller betjent av en person fra jordoverflaten. Slike signaler detekteres nede i borehullet og utnyttes for å tilveiebringe den nødvendige styring av arbeidsoperasjonene nede i borehullet.

Et vanlig boreutstyr skal kort beskrives før beskrivelsen av anordningen ifølge oppfinnelsen. På fig. 1 er vist en del av et boretårn 20 over et borehull 21 som er boret i jorden ved rotasjonsboring. En borstamme 20 er opphengt i borehullet 21 hengende ned fra boretårnet 20. Borstammen omfatter flere seksjoner av borrhør med en eller flere kraver og et borhode 23 som er festet i den nedre enden og en medbringer 24 er festet i dens øvre ende. Medbringeren 24 strekker seg gjennom og er roterbart forbundet med rotasjonsplaten 25. En egnet ikke vist drivkilde driver et drivorgan 26 som er roterbart koplet med rotasjonsplaten 25 for derved å rotere borstammen 22 i brønnen 21. Organet 26 er anordnet rett over brønnehodet 27. Brønnehodet 27 er festet til en kappe 28 som er sementert i posisjon et kort stykke ned i brønnen 21. En krok 29 er forbundet med medbringeren 24 ved hjelp av en svivel 30. Kroken 29 er festet til en ikke vist heiseblokk som er opphengt i en ikke vist kabel. Svivelen tillater rotasjon av borstammen i forhold til kroken og heiseblokken.

Svivelen 30 danner også en væskeforbindelse mellom en kilde for borevæske og borstammen 22. En pumpe 31 overfører borevæsken fra et forråd 32 i jorden gjennom en støtdemper 33 for å undertrykke støy i borevæsken og en fleksibel slange 34 inn i svivelen 30. Borevæsken strømmes så nedover inn i borstammen 22 og ut

gjennom åpninger i borhodet 23 og ut i borehullet. Borevæsken sirkulerer oppover fra borhodet 23 og fører med seg boreslam gjennom det ringformede rom mellom borstammen 22 og borehullets 21 vegg opp til jordoverflaten. Et rør 35 er forbundet med kappen 28 for å bringe borevæsken tilbake til forrådet 32.

I borstammen 21 i nærheten av borhodet er anordnet et måleinstrument 40 som inneholder en eller flere omformere for måling av forholdene nede i borehullet og en akustisk sender som tilveiebringer et akustisk signal i borevæsken som representerer forholdene nede i borehullet. Dette akustiske signal overføres ved hjelp av borevæsken og mottas av en eller flere omformere 41 som er montert på svivelen 30. Signalet fra omformerne 41 tilføres en indikator 42 som leverer utskrift av funksjoner som representerer de målte forhold nede i borehullet.

Selve måleinstrumentet 40 er vist i detalj på fig. 2 og består av et indre hus 42 som er anordnet inne i et ytre hus 43. Husene danner mellom seg et ringformet rom 44 gjennom hvilket borevæsken passerer under boringen. Den øvre og nedre ende av det ytre hus 43 er forsynt med gjenger for å kunne innføyas i borstammen. Inne i det indre hus 42 befinner bestanddelene av måleutstyret seg, nemlig en energikilde, en modulasjonsdel, en akustisk sender og en overføringsstyredel.

Energibehovene for den akustiske sender utledes fra en energikilde bestående av en turbin 50, en vekselstrømsgenerator 51, en spenningsregulator 52 og en vekselstrøm- likestrømomformer 53. Turbinen 50 er anordnet umiddelbart under den nedre del 54 og vekselstrømsgeneratoren 51 er anordnet inne i den nedre del 54. Under boring vil borevæsken kontinuerlig sirkulere gjennom borhodet ved en pumpe som er anordnet på jordoverflaten og som hovedsakelig er beregnet på å fjerne boreslam fra borehullet og hindre tilstopping. Det er en betydelig hydraulisk energi i boreslammet. Borevæsken passerer det ringformede rom 44 og den hydrauliske energi omformes til mekanisk energi ved hjelp av turbinen 50. Turbinen 50 driver vekselstrømsgeneratoren for å omforme mekanisk energi til elektrisk vekselstrømsenergi. Midt i delen 55 er anordnet en spenningsregulator 52 som likeretter og filtrerer vekselstrømmen fra vekstrømsgeneratoren 51 og leverer en regulert likestrøm. Omformeren 53 om-

danner likestrøm til vekselstrøm for start og drift av den akustiske sender. Den midtre del 55 er lukket i forhold til den nedre del 54 ved hjelp av en vegg 56. Den elektriske forbindelse fra vekselstrømsgeneratoren 51 til spenningsregulatoren 52 strekker seg gjennom denne vegg.

Nær og i forbindelse med midtdelen 55 er det anordnet forskjellige typer omformere som anvendes for å omdanne forholdene nede i borehullet, f.eks. væsketrykk og temperatur, og boretilstander og parametre og danne tegn i form av analoge elektriske signaler. Disse analoge signaler tilføres modulasjonsdelen 57 for omforming til digetalsignaler for anvendelse ved moduleringen av den akustiske sender. Kraven 58 som omgir det ytre hus 43 danner et rom 59 i hvilket omformerne kan anbringes. Omformerne står i forbindelse med modulasjonsdelen 57 ved hjelp av kanalen 60 som leder fra rommet 59 til midtdelen 55.

I den midtre del 55 er også anordnet overføringsstyredelen 61 som skal beskrives nærmere nedenfor.

I den øvre del 65 er anordnet en induksjonsmotor 66 og en kopling 67. En akustisk generator som består av en faststående stator 68 og en roterende ventil 69 er anordnet rett over den øvre del 65. Disse fire komponenter nemlig induksjonsmotoren 66, koplingen 67, statoren 68 og den roterende ventil 69 danner den akustiske sender. Rotasjonsbevegelsen av den roterende ventil 69 startes og opprettholdes ved hjelp av induksjonsmotoren 66 som er fast forbundet med rotasjonsventilen gjennom koplingen 67. Induksjonsmotoren 66 er elektrisk forbundet med omformer 53 gjennom veggen 70 som skiller den midtre del 55 fra den øvre del 65. Statoren 68 og den roterende ventil 69 har til hverandre svarende slisser 71 og 72. Rotoren befinner seg i åpen tilstand når slissen 72 befinner seg i flukt med slissen 71 på statoren 68. I denne åpne posisjon vil borevæsken passere slissene i rotoren og statoren og det ringformede rom 44 slik at den driver turbinen 50. Den hydrauliske energi i borevæsken omformes av turbinen 50 til mekanisk energi som på sin side omformes til elektrisk energi for rotasjon av ventilen 69. Når ventilen 69 roterer, avbrytes kontinuerlig strømmen av borevæske slik at det frembringes et akustisk signal som brer seg ut oppover gjennom borevæsken til jordoverflaten.

Dette akustiske signal kan moduleres med digetalsignaler som representerer tilstanden nede i borehullet målt ved hjelp av omformerne. Disse digetalsignaler utnyttes i modulasjonsdelen 57 til å styre frekvensen av vekselstrømen som tilføres induksjonsmotoren 66 og følgelig omdreiningshastigheten for induksjonsmotoren. Da det er omdreiningshastigheten av induksjonsmotoren som bestemmer frekvensen av det akustiske signal, er følgelig det akustiske signal frekvensmodulert i samsvar med digetalsignalene som representerer tilstandene nede i borehullet målt ved hjelp av måleomformerne. På denne måte moduleres den kontinuerlige akustiske bølge som beveger seg oppover i borehullet i borevæsken og mottas på jordoverflaten og demoduleres for å få en indikasjon av forholdene nede i borehullet.

På fig. 3 omformer turbinen 50 den hydrauliske energi i borevæsken til mekanisk energi for å drive vekselstrømgeneratoren 51 som fortrinnsvis er en trefasegenerator med seks poler. De tre faser fra generatoren 51 tilføres en spenningsregulator 52 som likeretter og filtrerer vekselstrømmen fra generatoren 51 og leverer en regulert likespenning. Denne regulerte likespenning omformes av omformeren 53 til en egnet vekselstrøm for start og drift av induksjonsmotoren 66 i den akustiske sender.

Målingene som foretas av omformerne 71 i analog form behandles av multiplekseren 72 og kodes i binær sifferform av analog-digitalomformeren 73. Hvert digetalord omformes til en rekke binære bits ved hjelp av kodeinnretningen 74 og tilføres motorstyreinnretningen 75 som på sin side regulerer frekvensen av vekselstrømmen som tilføres fra omformeren 53 til induksjonsmotoren 66 slik at motorens rotasjonshastighet varierer og derved modulerer det akustiske signal fra den akustiske generatoren 69 i samsvar med digetalinformasjon som tilføres motorstyreinnretningen 75.

Et eksempel på måleutstyret på fig. 2 under henvisning til fig. 3 finnes i U.S.-patentskrift nr. 3.309.656. For mere detaljert beskrivelse av mekaniske og elektriske trekk for et slikt utstyr vises til dette patentskrift.

Da nå både de mekaniske og elektriske trekk ved en utførelsesform av anordningen ifølge oppfinnelsen er beskrevet skal den nedenfor beskrives nærmere i detalj under henvisning til fig. 4-9 som gjelder en foretrukket utførelsesform. På fig. 4 er vist et

blokkskjema for overføringsstyringen, omfattende en detektor 80 for strømningshastigheten av borevæsken, en sammenligningsinnretning 81, en detektor for vekten på borhodet og en sammenligningsinnretning 83, en detektor 84 for rotasjonshastigheten av borstammen og en sammenligningsinnretning 85 og en styreportkrets 86.

Borevæskens strømningshastighet gjennom borstammen styres av pumpen 31 på jordoverflaten. Denne strømningshastighet kan utnyttes som en av overføringskanalene fra jordoverflaten til utstyret nede i borehullet. Detektoren 80 tilveiebringer et elektrisk signal MFR som er proporsjonalt med strømningshastigheten for borevæsken og dette signal MFR tilføres sammenligningsinnretningen 81. Sammenligningsinnretningen 81 leverer f.eks. to utgangssignaler. Det første utgangssignal opptrer når strømningshastigheten er lik eller overskrider en strømningshastighet på 750 l pr. minutt. Det andre utgangssignal opptrer når strømningshastigheten er lik eller overskrider en strømningshastighet på 1130 l pr. minutt.

Detektoren 82 leverer et signal WOB som er proporsjonalt med vekten på borhodet. Denne vekt styres ved hjelp av kroken 29 og den tilhørende heiseblokk. Signalet WOB tilføres sammenligningsinnretningen 83 som f.eks. kan levere to utgangssignaler. Det første utgangssignal opptrer når vekten på borhodet er mindre enn 450 kg. Det andre utgangssignalet opptrer når vekten på borhodet er lik eller større enn 4500 kg.

Detektoren 84 leverer et signal RS som er proporsjonalt med rotasjonshastigheten av borstammen. Rotasjonshastigheten av borstammen kan tas direkte fra drivorganet 26 som er direkte forbundet med rotasjonsplaten 25 for rotasjon av borstammen 22. Signalet RS tilføres sammenligningsinnretningen 85 som f.eks. leverer to utgangssignaler. Det første utgangssignal opptrer når omdreiningshastigheten er mindre enn 5 omdreininger pr. minutt. Det andre utgangssignal opptrer når rotasjonshastigheten overskrider 50 omdreininger pr. minutt, men er mindre enn 100 omdreininger pr. minutt.

Hvert utgangssignal fra de tre sammenligningsinnretninger 81, 83 og 85 tilføres styreportkretsen 86. Styreportkretsen 86 kombinerer selektivt disse signaler for å levere et antall styre-

signaler representert ved bokstavene A-E.

Det skal bemerkes at sammenligningsinnretningen 81 kan beregnes for å levere et hvilket som helst antall utgangssignaler avhengig av antallet strømningshastighetsnivåer som er ønskelig for utgangssignalet, idet de to nevnte strømningshastigheter på 750 resp. 1130 l pr. minutt bare er anvendt som eksempler. Det samme gjelder for sammenligningsinnretningene 83 og 85 som også kan levere et antall utgangssignaler basert på antallet nivåer av vekten på borhodet og rotasjonshastigheten for hvilke utgangssignalene er ønskelige.

På lignende måte kan styreportkretsen 68 være konstruert for å kombinere utgangssignalene fra sammenligningsinnretningene i forskjellige selektive kombinasjoner for å levere de ønskede styresignaler, av hvilke styresignaler 5 er vist med bokstavene A-E.

Det fremgår herav at de tre overføringskanaler som er vist på fig. 4 dvs. for strømningshastigheten, vekten på borhodet og rotasjonshastigheten av borstammen kan anvendes for å tilveiebringe et antall styresignaler nede i borehullet for styring av operasjoner av utstyret der nede.

Fig. 5 viser et koplings skjema for strømningshastighetdetektoren 80. Inngangen i detektoren 80 tilføres en av de tre faser fra generatoren 51. Frekvensen for hver av de tre fasekomponenter er proporsjonal med omdreiningshastigheten av generatoren 51 og følgelig også proporsjonal med omdreiningshastigheten av turbinen 50. Dette forhold er følgende:

$$f = \left(\frac{P}{2}\right) \left(\frac{M}{60}\right)$$

hvor

f = frekvens i Hz,

P = antall poler, og

M = borstammens rotasjonshastighet i omdr. pr. min.

Dette inngangssignal er vist som bølgeformen V_a på fig. 8.

Strømningshastighetdetektoren 80 omfatter en monostabil multivibrator 100 og et lavpassfilter 101. Den monostabile multivibrator 100 er forspent slik at kollektorspenningen på utgangstransistoren 102 er 0 volt når multivibratoren er i utkoplet

tilstand. Hver gang inngangsspenningen V_a passerer 0 volt i negativ retning, trigges transistoren 103 og den monostabile multivibrator 100 leverer et digetalsignal V_b med fast amplitude og fast pulsbredde i utgangen av transistoren 102 idet perioden av signalet V_b er det samme som perioden for vekselstrøminngangssignalet V_a . Digetalsignalet V_b som vist på fig. 8 varierer mellom grensene b_1 når den monostabile multivibrator 100 er i utkoplet tilstand, til et nivå B_2 når den monostabile multivibrator 100 er trigget. Etter triggingen av den monostabile multivibrator 100, forblir digetalsignalet V_b på nivået b_2 i et tidsrom i størrelsesorden ett millisekund. Digetalsignalet V_b tilføres minus inngangsklemmen i en inverterende forsterker 104 i lavpassfilterdelen 101. Lavpassfilterdelen 101 frembringer et utgangssignal V_c som er en likespenning hvis amplitude er proporsjonal med perioden av digetalsignalet V_b . Utgangssignalet V_c representerer derfor direkte turbinhastigheten som det fremgår av ligningen ovenfor og er derfor proporsjonal med den energi som står til rådighet for start og drift av den akustiske sender. Et eksempel på bølgeformen for utgangssignalet V_c er vist på fig. 8. Nivået c_1 representerer spenningsnivået ved hvilket turbinen når en hastighet som er representativ for strømningshastigheten av borevæsken, f.eks. 750 l pr. minutt, og nivået c_2 som representerer spenningsnivået ved hvilken turbinen når en hastighet som representerer en strømningshastighet på f.eks. 1130 l pr. minutt. Dette utgangssignal V_c fra lavpassfilterdelen 101 tilføres ved hjelp av den inverterende forsterker 105 som signal MFR til sammenligningsinnretningen 81 for strømningshastigheten.

Detektoren 82 leverer signalet WOB som er proporsjonalt med vekten på borhodet. Denne vekt styres fra jordoverflaten ved å løfte eller senke kroken 29 ved hjelp av heisekroken.

Når vekten på borhodet øker og minsker, er det en tilsvarende økning og minskning av påkjeningen i det ytre hus 43 i måleutstyret 40. En slik påkjening kan måles ved vanlig strekkmåler som er montert på utsiden av huset 43 inne i rommet 59 som dannes av kraven 58. Strekkmålerne er montert på sådan måte at deres følsomme akse strekker seg langs måleutstyrets akse. Disse

strekkmålere står i forbindelse med overføringsstyrekretsen 61 inne i midtdelen 55 ved hjelp av kanalen 60.

Som vist på fig. 10 har detektoren 82 to strekkmåleorganer 190 og 191 som danner diametrale ledd i en vanlig motstandsbro 194. De to strekkmåleorganer er montert på motsatte sider på utsiden av huset 43 inne i rommet 59, dvs. 180° forskutt i forhold til hverandre på huset 43. De to andre ledd i broen 194 består av motstander 192 og 193. Motstandene 192 og 193 er valgt slik at broen 194 er balansert når strekkmåleorganene 190 og 191 er ubelastet. Dvs. at spenningen V_s over broens utgang er 0 når vekten på borhodet er 0.

Når vekten på drillhodet øker, øker sammentrykningen av det ytre hus 43. Motstanden i strekkmåleorganene 190 og 191 endres proporsjonalt med sammentrykningen slik at det frembringes en spenning V_s over broens utgangsklemmer. Spenningen V_s forsterkes i en inverterende forsterker 195 for å frembringe signalet WOB som er direkte proporsjonal med vekten på borhodet.

Detektoren 84 for borstammens rotasjonshastighet leverer signalet RS som er proporsjonalt med borstammens omdreinings-hastighet. Denne hastighet styres fra jordoverflaten ved hjelp av drivinnretningen 25,26. En slik detektor er beskrevet i U.S.-patentskrift nr. 3.400.327.

Tilstanden etter enhver tid i de tre overføringskanaler, nemlig i strømningshastigheten, vekten på borhodet, og borstammens omdreiningshastighet er representert ved de tre signaler MFR, WOB og RS. Andre overføringskanaler kan også anvendes, men disse tre er anvendt for beskrivelsens skyld. De tre signaler tilføres sammenligningsinnretninger 81,83 resp. 85. Hver av disse sammenligningsinnretninger er vist i detalj på fig. 6. Sammenligningsinnretningen 83 får signalet WOB tilført den negative inngang i en inverterende forsterker 110 med 0 forsterkning og tjener til å endre signalet WOB fra positivt nivå til negativt nivå. Utgangen fra forsterkeren 110 er forbundet via motstander 111 og 112 med de negative inngangsklemmer i inverterende forsterkere 113 resp. 114. En referansespenning V_R er via motstander 115 og 116 forbundet med samme negative inngangsklemmer i forsterkerne 113 og 114. Disse referansespenninger V_R er positive spenninger. Når det til å begynne med ikke er noen vekt på borhodet, er signalet WOB 0 og en

positiv spenning tilføres derfor via spenningsdeleren som består av motstandene 111 og 115 til den negative inngangsklemme i forsterkeren 113. Dette bringer forsterkeren 113 til en logisk tilstand "0". Når vekten påføres borhodet, øker verdien av signalet WOB slik at spenningsnivået i utgangen av forsterkeren 110 blir negativt, og derved minsker verdien av den positive inngangsspenning på den negative klemme i forsterkeren 113. Motstandene 111 og 115 i spenningsdeleren er dimensjonert slik at når vekten på borhodet overskrider 450 kg, vil spenningen som tilføres den negative inngangsklemme i forsterkeren 113 bli negativ. Dette medfører at forsterkeren bringes til den logiske tilstand "1". Utgangen fra forsterkeren 113 er via en inverter 117 forbundet med utgangsledningen 152. Som vist på fig. 9 med bølgeformen $WOB < 1$ KLB, opptrer det logiske signal "1" i utgangsledningen 152 når vekten på borhodet er mindre enn 450 kg. og signalet "0" opptrer på utgangsledningen 152 når vekten på borhodet er større enn 450 kg.

På samme måte er spenningsdelermotstanden 112 og 116 dimensjonert slik at forsterkeren 114 innstilles i sin logiske tilstand "0" så lenge vekten på borhodet er mindre enn 4500 kg. Når vekten på borhodet overskrider 4500 kg, bringes forsterkeren 114 i sin logiske tilstand "1". Når et logisk signal "0" opptrer på utgangsledningen 113 fra sammenligningsinnretningen 83, vil derfor vekten på borhodet være mindre enn 4500 kg, og når det logiske signal "1" opptrer, vil vekten på borhodet være større enn 4500 kg. Dette er vist på fig. 9 med bølgeformen $WOB > 10$ KLB.

Sammenligningsinnretningen 81 for strømningshastigheten av borevæsken er av tilsvarende konstruksjon som sammenligningsinnretningen 83. Referansespenningen V_R er også her et positivt spenningsnivå og spenningsdeleren 120, 121 er slik at forsterkeren 122 bringes i logisk tilstand "0" når signalet MFR indikerer at strømningshastigheten er mindre enn 750 l pr. minutt. Når strømningshastigheten overskrider 750 l pr. minutt, øker signalet MFR negativt til et slikt nivå at den negative inngangsklemme i forsterkeren 122 tilføres en negativ spenning som bringer forsterkeren 122 i logisk tilstand "1". Det logiske signal "1" opptrer derfor på utgangsledningen 151 når strømningshastigheten er større enn 750 l pr. minutt. På lignende måte er spenningsdeleren 123, 124

dimensjonert slik at forsterkeren 125 bringes i sin logiske tilstand "0" når strømningshastigheten er mindre enn 1130 l pr. minutt. Når strømningshastigheten overskrider 1130 l pr. minutt, øker signalet MFR til et negativt nivå som er slik at spenningsdeleren 123, 124 leverer et negativt signal til den negative inngangsklemme i forsterkeren 125 slik at denne bringes til sin logiske tilstand "1". Et logisk signal "1" opptrer derfor på utgangsledningen 150 når strømningshastigheten overskrider 1130 l pr. minutt.

Sammenligningsinnretningen 85 for borstammens omdreiningshastighet tilføres signalet RS som øker i negativ retning når omdreiningshastigheten øker. Referansespenningen V_R er også her positiv spenning og spenningsdeleren 130,131 er valgt slik at så lenge omdreiningshastigheten er mindre enn 5 omdreininger pr. minutt, har signalet RS et slikt nivå at inngangen i forsterkeren 132 er positiv, hvilket bringer forsterkeren i sin logiske tilstand "0". Når rotasjonshastigheten overskrider 5 omdreininger pr. minutt, øker signalet RS i negativ retning slik at spenningsdeleren 130,131 tilfører en negativ spenning til den negative inngangsklemme i forsterkeren 132 som derved bringes i logisk tilstand "1".

Utgangen fra forsterkeren 132 tilføres via inverteren 133 til utgangsledningen 154. Et logisk signal "1" opptrer derfor på utgangsledningen 154 når rotasjonshastigheten er mindre enn 5 omdreininger pr. minutt.

Motstandene 134 og 135 danner en andre spenningsdeler som tilføres signalet RS og referansespenningen. Når signalet RS indikerer at omdreiningshastigheten er mindre enn 50 omdreininger pr. minutt, tilføres en positiv spenning til den negative inngangsklemme i forsterkeren 136 hvilket bringer denne i logisk tilstand "0". Når omdreiningshastigheten overskrider 50 omdreininger pr. minutt, øker signalet RS negativt i en slik grad at en negativ spenning tilføres den negative inngangsklemme i forsterkeren 136 slik at denne bringes i logisk tilstand "1". Motstandene 137 og 138 danner en tredje spenningsdeler som tilføres signalet RS og referansesignalet V_R . Så lenge omdreiningshastigheten er mindre enn 100 omdreininger pr. minutt, har signalet RS et slikt nivå at en positiv spenning tilføres den negative inngangsklemme i forsterkeren 139 som bringes i logisk tilstand "1". Når omdreinings-

hastigheten overskrider 100 omdreininger pr. minutt, øker signalet RS negativt i en slik grad at en negativ spenning opptrer på den negative inngangsklemme i forsterkeren 139 og derved bringer denne i logisk tilstand "1". Utgangen fra forsterkeren 139 er via en inverter 140 forbundet med en OG-portkrets 141. Portkretsen 141 er også forbundet med utgangen av forsterkeren 136. OG-portkretsen 141 leverer et logisk signal "1" til utgangsledningen 155 når omdreiningshastigheten ligger mellom 50 omdreininger pr. minutt og 100 omdreininger pr. minutt.

Det skal bemerkes at zenerdioder 142-148 er anordnet i en tilbakekoplingsløyfe fra utgangsklemmen til den negativt inngangsklemme i hver forsterker 113, 114, 122, 125, 132, 136 og 139. Disse zenerdioder tjener til å hindre at utgangssignalet fra forsterkerne faller under null volt eller øker utover positive 5 volt slik at utgangssignalene er tilpasset inngangsbetingelsene for de logiske kretser i portkretsen 86.

Hver av disse utgangssignaler fra sammenligningsinnretningene 81, 83 og 85 tilføres via ledningene 150-155 til styre-portkretsen 86. Det skal bemerkes at fra den tidligere beskrivelse av sammenligningsinnretningene 81, 83 og 85 fremgår det at det logiske nivå for signalene på ledningene 150-155 vil være "1" når overføringskanalene befinner seg i tilstander som representerer de betegnelser som er antydnet på ledningene 150-155 på fig. 6. Dvs. at ledningen 150 vil ha et logisk nivå "1" når strømningshastigheten er større enn 750 l pr. minutt. Disse seks ledninger 150-155 som representerer to tilstander for hver av de tre overføringskanaler, nemlig strømningshastigheten for borevasken, vekten på borhodet, og rotasjonshastigheten av borstammen, kombineres selektivt i styre-portkretsen 86 for frembringelse av fem styresignaler A-E. Hvis strømningshastigheten er mindre enn 750 l pr. minutt, har ledningen 151 et logisk nivå "0". Ledningen 151 er direkte forbundet med OG-portkretsen 163 og via en inverter 161 med tilbakestillingsklemmen R i flip-flop-kretsen 160. Ledningen 150 er tilført innstillingsinngangen S i flip-flop-kretsen 160. Når strømningshastigheten er mindre enn 750 l pr. minutt, blir et logisk signal "1" tilført tilbakestillingsklemmen R i flip-flop-kretsen 160. Dette bringer utgangsklemmen Q til en logisk tilstand "0". Når strømningshastigheten

overskrider 750 l pr. minutt, opptrer et logisk signal "0" på tilbakestillingsklemmen R og opphever tilbakestillingen. Når strømningshastigheten overskrider 1130 l pr. minutt, tilfører ledningen 150 et logisk signal "1" til inngangsklemmen S. Utgangsklemmen Q er da brakt i den logiske tilstand "1" som følge av den forreste flanke av det logiske signal "1" på klemmen S. Utgangsklemmen Q i flip-flop-kretsen 160 er forbundet med OG-portkretsen 163. Når strømningshastigheten overskrider både 750 l pr. minutt og 1130 l pr. minutt, vil begge inngangene i OG-portkretsen 163 ha et logisk nivå "1" og OG-portkretsen 163 leverer et styresignal A med et logisk nivå "1". Styresignalet A beholder det logiske nivå "1" så lenge strømningshastigheten etter først å ha overskredet 1130 l pr. minutt, og holdes over et nivå på 750 l pr. minutt. Flip-flop-kretsen 60 som befinner seg i en logisk tilstand "1" når strømningshastigheten overskrider 1130 l pr. minutt tilbakestilles ikke til logisk tilstand "0" før strømningshastigheten faller under 750 l pr. minutt. I dette tilfellet vil signalet på ledningen 151 falle til logisk tilstand "0" og tilføres ved hjelp av inverteren 161 som et logisk tilbakestillingssignal "1" til tilbakestillingsklemmen R i flip-flop-kretsen 160.

Et andre styresignal B kan dannes ved kombinasjon av styresignalet A og signalet MFR på ledningen 151. Styresignalet A tilføres via ledningen 164 og en inverter 165 til en inngang i OG-portkretsen 166. Signalet MFR på ledningen 151 tilføres via ledningen 167 til den andre inngang i OG-portkretsen 166. Inngangssignalet til OG-portkretsen 166 på ledningen 167 er på et logisk nivå "1" når signalet MFR på ledningen 151 befinner seg på et logisk nivå "1", hvilket indikerer at strømningshastigheten er større enn 750 l pr. minutt. Den andre inngang i OG-portkretsen 166 befinner seg på et logisk nivå "1" når styresignalet A har et logisk nivå "0" hvilket indikerer at strømningshastigheten ikke har overskredet 1130 l pr. minutt. Styresignalet B har derfor et logisk nivå "1" når strømningshastigheten er større enn 750 l pr. minutt og ikke har overskredet 1130 l pr. minutt etter først å ha nådd 750 l pr. minutt.

Det tredje styresignal C frembringes ved selektiv kombinasjon av signalet A, signalet WOB på ledningen 152 og signalet RS på ledningen 155. Styresignalet C vil ha et logisk nivå "1" når alle tre inngangssignaler til OG-portkretsen 170 befinner seg på et

logisk nivå "1" hvilket indikerer at strømningshastigheten har overskredet 1130 l pr. minutt og har ikke falt under 750 l pr. minutt, og at vekten på borhodet er mindre enn 4500 kg og at rotasjons-hastigheten av borstammen er større enn 50 omdreininger pr. minutt, men mindre enn 100 omdreininger pr. minutt.

Et fjerde styresignal D frembringes ved selektiv kombinasjon av styresignalet A, signalet MFR på ledningen 150, signalet WOB på ledningen 153 og signalet RS på ledningen 154. Styresignalet D befinner seg på et logisk nivå "1" når hver av de fire inngangssignaler til OG-portkretsen 171 befinner seg på et logisk nivå "1", hvilket indikerer at strømningshastigheten først har overskredet 1130 l pr. minutt og har falt under 1130 l pr. minutt, men allikevel overskrider 750 l pr. minutt, at vekten på borhodet er større enn 4500 kg og at rotasjons-hastigheten er mindre enn 5 omdreininger pr. minutt. Sluttelig frembringes et femte styresignal E ved selektiv kombinasjon av signalet MFR på ledningen 150, signalet WOB på ledningen 153 og signalet RS på ledningen 154. Styresignalet E befinner seg derfor på et logisk nivå "1" når hver av de tre innganger til OG-portkretsen 173 befinner seg på et logisk nivå "1", hvilket indikerer at strømningshastigheten er større enn 1130 l pr. minutt, at vekten på borhodet er større enn 4500 kg og at rotasjons-hastigheten er mindre enn 5 omdreininger pr. minutt.

Disse styresignaler A-E er vist som eksempel på selektive kombinasjoner av signalene på ledningene 150 - 155 og kan utnyttes for å styre operasjoner ned i borehullet.

I den foregående beskrivelse er overføringen fra jordoverflaten og ned i borehullet startet fra overflaten å endre tilstander som hersker i et antall overføringskanaler og detektering nede i borehullet av endringene til absolutte verdier for forholdene i overføringskanalene. Ved en alternativ utførelse av anordningen ifølge oppfinnelsen, kan hvilket som helst eller flere av overføringskanalene ha tidsintegrerte forhold og integrale av parameteren kan anvendes som overføringskanal. F.eks. kan den akustiske sender nede i borehullet koples inn over en ønsket strømningshastighet som allerede forklart. Et annet eksempel som kan illustrere anvendelse av tidsintegrale er innkopling av den akustiske sender når strømningshastigheten overskrider en bestemt strømningshastighet og så endre dataoverføringsformatet fra en innledende modus til en standard-

sendemodus etter et gitt tidsintervall. Et eksempel på dette er en situasjon hvor den innledende sendemodus er en i hvilken synkroniseringsdata kommer oftere enn det som er ønskelig i standard-sendemodusen.

På fig. 7 er vist en integrator som kan anvendes i forbindelse med hvilken som helst av sammenligningsinnretningene 81, 83 resp. 85 på fig. 6. På fig. 7 styres integratoren av utgangssignalet fra sammenligningsinnretningen 83. Utgangssignalet fra forsterkeren 114 i sammenligningsinnretningen 83 tilføres fra ledningen 153 direkte til en felteffekttransistor 180. Transistoren 180 anvendes for innstilling av forsterkeren 181 som tidsintegrerer referansespenningen V_R når vekten på borhodet er større enn 4500 kg og som tilbakestill forsterkeren 181 til null når vekten på borhodet er mindre enn 4500 kg. Følgelig er forsterkeren 181 null når signalet på ledningen 153 er logisk "0" og en langsomt økende funksjon fra det øyeblikk signalet på ledningen 153 er et logisk "1". Utgangssignalet fra forsterkeren 181 er negativt og tilføres via en motstand 183 til inngangen i en forsterker 184. Den negative inngangsklemme i forsterkeren 184 holdes på et positivt nivå av motstanden 185 inntil utgangsspenningen fra forsterkeren 181 overskrider i negativ retning verdien av den positive referansespenning V_R .

På dette tidspunkt blir inngangssignalet for forsterkeren 184 negativt og utgangssignalet bringes fra logisk "0" til logisk "1". En zenerdiode 186 er lagt inn i tilbakekoplingsløyfen fra utgangen av forsterkeren 184 til dens negative inngangsklemme. Zenerdioden tjener til å hindre at utgangssignalet fra forsterkeren 184 faller under 0 volt eller overskrider en positiv spenning på 5 volt. Verdien av motstanden 187 og kondensatoren 188 er valgt slik at det oppnås en tidskonstant på 10 sekunder. Når vekten på borhodet først overskrider 4500 kg, vil et logisk signal "1" tilføres inngangen i felteffekttransistoren 180 og integreringstiden på 10 sekunder begynner. Etter at de 10 sekunder har forløpt, leverer forsterkeren 181 et negativt utgangssignal som trigger forsterkeren 184 slik at den bringes i en logisk tilstand "1". Hvis i løpet av integreringstiden på 10 sekunder, vekten på borhodet faller under 4500 kg, vil inngangssignalet på felteffekttransistoren 180 bli logisk "0" og den tilbakestill forsterkeren 181 slik at en ny integreringstid på

10 sekunder starter. Integratoren på fig. 7 er en tidsintegrator som befinner seg i logisk tilstand "1" bare etter at vekten på borhodet har overskredet 4500 kg og beholder denne i 10 sekunder eller mer.

Et vilkårlig antall overføringskanaler kan tidsintegreres på denne måte, f.eks. overføringskanalen for vekten på borhodet. Tidsintegralene kan utnyttes enten alene som styresignaler eller i selektiv kombinasjon med utgangssignaler som representerer endringer i forhold til et referansenivå når det gjelder den absolute verdi av forholdene i overføringskanalen. Styresignalene som frembringes på denne måte kan utnyttes til å styre forskjellige operasjoner nede i borehullet.

Styresignalet A er vist som et eksempel på et styresignal som kan utnyttes for å styre den akustiske sender som er vist på fig. 2 og 3. Styresignalet A kan tilføres som vist på fig. 3 til en likestrøm-vekselstrømomformer 53 for at denne skal tilføre den ønskede energi til induksjonsmotoren 66 for start av den akustiske sender når strømningshastigheten først overskrider 1130 l pr. minutt. På det tidspunkt da strømningshastigheten deretter faller under 750 l pr. minutt, stoppes omformeren 53 av styresignalet A og induksjonsmotoren 66 for den akustiske sender stoppes.

En spesiell krets for styring av den akustiske sender er vist på fig. 11. Borevasketurbinen 215 omformer hydraulisk energi i borevæsken til mekanisk energi og driver en vekselstrømgenerator 216 som fortrinnsvis er en trefasegenerator med seks poler. Trefasestrømmen fra generatoren 216 tilføres en spenningsregulator 235 som likeretter og filtrerer vekselstrømmen og leverer en regulert like-spennning. Denne regulerte likespenning omformes av en likestrøm-vekselstrømomformer 236 til en egnet vekselstrøm for start og drift av induksjonsmotoren 223 i den akustiske sender.

Målinger nede i borehullet ved hjelp av omformerne 234 i analog form kodet til binær digitalinformasjon ved hjelp av en analog-digitalomformer 237. Hvert digitalord omformes til en rekke binære bits ved hjelp av en kodeinnretning 238 og tilføres motorstyreinnetningen 239 som på sin side regulerer frekvensen for vekselstrømmen som tilføres fra omformeren 236 til induksjonsmotoren 223, og derved varierer hastigheten av induksjonsmotoren 236 og der-

med modulerer det akustiske signal fra den akustiske sender 227 i samsvar med digitalinformasjon som tilføres motorstyreinnetningen 239.

Sendestyreinnetningen 240 omfatter en turbinhastighetsdetektor 241, en kraftdetektor 242, en elektronisk bryter 243 og en start-stoppinnetning 244. Forut for beskrivelse av driften av sendestyreinnetningen 240 skal driftskarakteristikkene for turbinen 215 beskrives. Slike karakteristikker for turbinen er vist på fig. 12 hvor turbinhastigheten er tegnet opp som funksjon av energiforbruket for konstant strømningshastighet. Det er vist kurver for strømningshastigheter mellom 1130 og 1500 l pr. minutt. Disse kurver viser hastighetsreguleringskarakteristikker for turbinen 215 med belastning og strømningshastighet. Driftsområdet for generatoren 216 og regulatoren 235 er vist overlappende turbin-karakteristikkene innenfor området a, b, c, og d. Når vekselstrømmen til å begynne med tilføres den akustiske sender under dennes start, danner den en belastning for energikilden. Denne startbelastning bevirker at turbinhastigheten avtar. For å opprettholde maksimalt regulert likespenning fra spenningsregulatoren 235, må turbinhastigheten alltid overskride minimumsbelastningen. Av den grunn må turbinhastigheten overskride 2500 omdreininger for å gi maksimal likestrøm. Under 2500 omdreininger pr. minutt vil generatoren 216 og regulatoren 235 levere regulert likespenning, men energien er redusert som følge av startbelastningen.

Ved borerigger anvendes vanligvis fortrenningspumper for borevæsken. Strømningshastigheten er derfor temmelig konstant med konstant omdreiningstall for pumpen. Kurvene for konstant strømningshastighet på fig. 12 er turbinbelastningslinjer og karakteriserer minskning i turbinens omdreiningstall med øket belastning. For strømningshastigheter under 1500 l pr. minutt skjærer alle turbinbelastningslinjene linjen ab som svarer til minimum hastighet på 2500 omdreininger pr. minutt som generatoren 216 og regulatoren 235 trenger for å levere maksimalt regulert likestrøm. Hvis den elektriske belastning som opptrer under start av den akustiske sender og som opptrer som en mekanisk belastning på turbinen 215, er tilstrekkelig til å minske turbinhastigheten under 2500 omdreininger pr. minutt, vil det opptre tap i den maksimale regulerte

likestrøm og tilstrekkelig energi kan ikke leveres til starten av induksjonsmotoren 223 for den akustiske sender. Etter at induksjonsmotoren 223 er startet, trenger den hoveddelen av den til rådighet stående energi. Hvis, under den akustiske senders drift turbinhastigheten faller under en minimumhastighet som er nødvendig for å opprettholde maksimalt regulert likestrøm, vil dette resultere i feilaktig drift av den akustiske sender. For å unngå disse problemer med start og drift av den akustiske sender, er senderstyreinretningen ifølge oppfinnelsen innrettet til å starte senderen på et forhåndsbestemt omdreiningstall av turbinen som er tilstrekkelig til å sikre at turbinens driftspunkt på fig. 12 ligger på belastningslinjen som skjærer linjen bc. Hvis belastningslinjen skjærer linjen bc, står maksimal regulert likestrøm til rådighet fra regulatoren 235 for start av senderen. Det antas f.eks. at den forhåndsbestemte omdreiningshastighet er innstillet til 3400 omdreininger pr. minutt for start av senderen. Når pumpene er i drift, vil strømningshastighet en øke og turbinhastigheten øke. Når turbinhastigheten overskrider 1800 omdreininger pr. minutt, står regulert likestrøm men ikke maksimalt til rådighet for alt elektronisk utstyr med unntagelse av den akustiske sender og omformerer 236 koples automatisk inn. Når turbinhastigheten har nådd 3400 omdreininger, er strømningshastigheten større enn 1500 l pr. minutt. Den nøyaktige strømningshastighet er avhengig av turbinbelastningen for den akustiske spenning i utkoplet tilstand. Denne energi er vanligvis liten. Alle turbinkarakteristikkurvene for strømningshastigheter over 1500 l pr. minutt skjærer linjen bc. Derfor vil maksimalt regulert likestrøm stå til rådighet for start av senderen.

Etter at senderen er startet, vil tilstrekkelig regulert likestrøm fortsatt stå til rådighet så lenge turbinhastigheten overskrider en maksimal verdi svarende til den energi som er nødvendig for å utføre målingene under boringen. For å forhindre feilaktig drift av senderen som følge av tap i den regulerte likestrøm ved måling under boringen, må senderstyreinretningen kople ut den akustiske sender hvis turbinhastigheten faller under f.eks. 2500 omdreininger pr. minutt. Senderen forblir utkoplet inntil turbinhastigheten øker igjen til 3400 omdreininger pr. minutt.

Turbinhastigheten som er nødvendig for start og stopp av den akustiske sender på 3400 resp. 2500 omdreininger pr. minutt er her bare angitt som eksempler for å forstå driften av anordningen ifølge oppfinnelsen. Senderstyreinnetningen ifølge foreliggende oppfinnelse kan være innrettet til å operere ved enhver hastighet av turbinen som er ønskelig for styring av den akustiske sender. Det viktige punkt ved valg av turbinhastighet ved hvilken senderstyreinnetningen starter, er at den frembragte energi ved denne hastighet er tilstrekkelig til å hindre en plutselig belastning fra den akustiske sender ved starten slik at turbinhastigheten ikke faller under den hastighet som er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig startenergi.

Da nå både de mekaniske og de elektriske trekk ved en anordning for måling under boring er beskrevet som et eksempel hvor senderstyreinnetningen ifølge foreliggende oppfinnelse best kan anvendes, skal et foretrukket utførelseseksempel på en anordning ifølge oppfinnelsen beskrives nærmere nedenfor under henvisning til fig. 13 og 14.

På fig. 13 er vist en turbinhastighetsdetektor 241, en energidetektor 242, en elektronisk 243 og en av-på styreinnetning 244. Inngangssignalet til detektoren 241 er en av fasene som leveres fra generatoren 216. Frekvensen av dette inngangssignal er proporsjonal med hastigheten av generatorens 216 aksel og følgelig proporsjonal med turbinhastigheten som tidligere forklart og som er vist med bølgeformen V_a på fig. 14. Turbinhastighetsdetektoren 241 omfatter en monostabil multivibrator 245 og et lavpassfilter 246 som svarer til lignende deler på fig. 5 med unntagelse av at den inverterende forsterker på fig. 5 er sløyyet. Forspenning og drift er her som beskrevet i forbindelse med fig. 5. Spenningsene V_b og V_c på de viste punkter i detektoren er vist på fig. 14.

Utgangssignalet V_c fra detektoren 241 passerer nivået C_1 som representerer spenningsnivået ved hvilken turbinhastigheten når 2500 omdreininger pr. minutt og nivået C_2 som representerer spenningsnivået ved hvilken turbinhastigheten når 3400 omdreininger pr. minutt.

Utgangssignalet V_c fra lavpassfilteret 246 tilføres inngangen i energidetektoren 242. Detektoren 242 omfatter en inverterende likestrømsforsterker 250 og en utgangsportkrets 251. Portkretsen 251 er en logisk inverter som innstilles til logisk tilstand "0" når utgangssignalet fra transistoren 252 i forsterkeren 250 er under terskelspenningsnivået som er nødvendig for innstilling av portkretsen 251. Når forsterkeren 250 leverer et utgangssignal som overskrider terskelspenningsnivået for portkretsen 251, bringes denne til logisk tilstand "1". Denne logiske innstilling av portkretsen 251 er vist på fig. 14 som bølgeformen V_d . Når målingene startes og turbinen når en hastighet på 3400 omdreininger pr. minutt, vil inngangssignalet V_c til transistoren 252 nå spenningsnivået C_2 og transistoren 252 leverer et utgangssignal som overskrider terskelspenningsnivået som er nødvendig for innstilling av portkretsen 251 til logisk tilstand "1". Portkretsen 251 forblir i denne tilstand inntil turbinhastigheten faller til 2500 omdreininger, og da vil inngangssignalet V_c være på nivået C_1 og portkretsen 251 vende tilbake til logisk tilstand "0". Det skal bemerkes at på fig. 13 blir utgangssignalet fra portkretsen 251 tilbakekoplet til basisen i transistoren 252 i den inverterende forsterker 250. Denne tilbakekopling opprettholder kollektorspenningen i transistoren 252 på et nivå som overskrider terskelspenningen for innstilling av portkretsen 251 inntil turbinhastigheten er falt til under 2500 omdreininger pr. minutt.

Den elektroniske bryter 243 koples inn og ut ved hjelp av energidetektoren 242. Den elektroniske bryter 243 omfatter en inngangsportkrets 253 og en transistor 254.

Etter at turbinhastigheten har nådd 3400 omdreininger pr. minutt og utgangsportkretsen 251 i detektoren er brakt i logisk tilstand "1", vil inngangsportkretsen 253 innstilles til logisk tilstand "0". Denne tilstand forspenner transistoren 253 til utkoplet tilstand hvilket er innkoplingstilstand for den elektroniske bryter 243 slik at det åpnes for signal på ledningen 255 til på av styreinnretningen 244. Ledningen 255 forblir åpen inntil turbinhastigheten har falt til under 2500 omdreininger pr. minutt ved hvilken hastighet inngangsportkretsen 253 bringes i logisk tilstand "1", slik at transistoren 255 mettes, dvs. utkoplet tilstand for

den elektroniske bryter 243 og utgangsledningen 255 forbindes med jord. Den logiske tilstand i inngangsportkretsen 253 er vist med bølgeformen V_e på fig. 14.

På-av styreinnetningen 244 styres direkte av av-på tilstanden i den elektroniske bryter 243. Før turbinhastigheten først har nådd 3400 omdreininger pr. minutt, er den elektroniske bryter 243 utkoplet og jordpotensialet på ledningen 255 kopler ut spenningsregulatoren 256 i på-av styreinnetningen 244. I dette tidsrom befinner styresignalet V_f for spenningsregulatoren 256 seg i en første tilstand på 0 volt. Dette styresignal tilføres via ledningen 257 direkte til likestrøm-vekselstrømomformeren 236, kopler ut denne for å hindre at vekselstrøm tilføres induksjonsmotoren 223 i den akustiske sender. Når turbinhastigheten når 3400 omdreininger pr. minutt, koples den elektroniske bryter 243 inn, og gir passasje via ledningen 255 til på-av styreinnetningen 244. Dermed koples spenningsregulatoren 256 inn for å endre styresignalet V_f til den andre tilstand med et spenningsnivå f_1 . Transistoren 258 er anordnet for å øke utgangsstrømmen. Spenningsnivået f_1 for styresignalet V_f som tilføres via ledningen 257 til likestrøm-vekselstrømsomformeren 236, er tilstrekkelig til å starte denne for tilførsel av den nødvendige energi til induksjonsmotoren 223 for start av den akustiske sender. På-av styreinnetningen 244 opprettholder styresignalet V_f på nivået f_1 så lenge den elektroniske bryter 243 er innkoplet. Når turbinhastigheten faller under 2500 omdreininger pr. minutt, vil den elektroniske bryter 243 koples ut, slik at på-av styreinnetningen 244 dermed koples ut og styresignalet V_f bringes tilbake til den første tilstand på 0 volt, idet likestrøm-vekselstrømomformeren koples ut og induksjonsmotoren og den akustiske sender stoppes.

Et annet eksempel på anvendelsen av styresignalene er for styring fra jordoverflaten den informasjon som skal overføres oppover ved hjelp av den akustiske sender. F.eks. kan omformeren 71 på fig. 3 levere data som gjelder dreiemoment, vekt på borchodet, temperatur, ledningsevne, borehullavvikelse, borehullretning, gammastråling osv. Denne informasjon behandles multiplexst ved hjelp av en multipleksinnretning 72 og sendes opp til jordoverflaten ved modulasjon av den akustiske sender. Det kan være ønskelig å velge

bare noen av de målte tilstander nede i borehullet for overføring til jordoverflaten eller på tidspunkter og i rekkefølger da slike målte tilstander skal sendes opp til overflaten. Den som betjener utstyret kan ønske å overføre bare én målt tilstand nede i borehullet i løpet av et tidsrom. I dette tilfelle kan det fra jordoverflaten sendes et signal ned via en av overføringskanalene for å endre formatet av multipleksinnretningen slik at bare den ønskede målte tilstand sendes opp. Det kan f.eks. være ønskelig å sende denne informasjon bare når boringen er avsluttet. Et styresignal som f.eks. signalet D kan derfor anvendes idet i det minste én av overføringskanalenes tilstander er nødvendig for å frembringe styresignalet D, dvs. at rotasjonshastigheten for borestammen er mindre enn 5 omdreininger pr. minutt.

I et annet eksempel kan det være fordelaktig å starte kalibreringen av utstyret nede i borehullet fra jordoverflaten. På denne måte kan den som betjener utstyret starte kalibreringen ved f.eks. å frembringe styresignalet C. Styresignalet C tilføres multipleksinnretningen 72 for å starte sending av kalibreringsinformasjon i løpet av den tilstand da strømningshastigheten er tilstrekkelig til å anvende den akustiske sender, idet vekten på borhodet er mindre enn 450 kg, dvs. at boringen er stoppet og rotasjonshastigheten for borestammen er mellom 50 og 100 omdreininger pr. minutt.

Det kan også være ønskelig å styre dataoverføringstakten opp til overflaten. Dette kan skje ved endring av antall informasjoner pr. tidsenhet ved overføringen, er fordelaktig slik at maksimal datatakt kan opprettholdes med signal-støyforholdet i systemet. Overføringshastigheten pr. tidsenhet kan til å begynne med innstilles ved hjelp av signalet B. På denne måte innstilles dette når strømningshastigheten overskrider 750 l pr. minutt, men enda ikke har nådd 1130 l pr. minutt slik at den akustiske sender er utkoplet. Hvis på et hvert tidspunkt deretter den akustiske sender startes og det er ønskelig å endre innstillingen av antall informasjonenheter pr. tidsenhet, kan dette oppnås ved innstilling av de boretilstander som frembringer styresignalet E. Styresignalet E kan anvendes f.eks. til å endre den først innstilte informasjonshastighet pr. tidsenhet når vekten på borhodet er større enn 4500 kg, strømningshastigheten for borevæsken er større enn 1140 l pr. minutt

og rotasjonshastigheten for borstammen er mindre enn 5 omdreininger pr. minutt. Da dataoverføringshastigheten tilveiebringes av kodeinnretningen 74 i modulasjonsdelen, kan den innstilte informasjonshastighet pr. tidsenhet og dens styring startes ved tilførsel av styresignalene B resp. E fra overføringsstyreinnetningen til kodeinnretningen 74.

Annen anvendelse av styresignalene kan være styring av driften av omformerne nede i borehullet fra jordoverflaten. F.eks. kan noen av omformerne forbruke svært meget energi fra det elektriske system og det kan være ønskelig å drive disse omformere bare i valgte tidsintervaller slik at det spares elektrisk energi. Et slikt styresignal kan tilføres omformeren 71 for å utføre den ønskede styring.

Tabell

<u>Komponent</u>	
Transistor 102,103	2N2907 (Texas Instruments)
Transistor 252,254	2N2483 " "
" 258	2N4912 (Motorola)
Operasjonsforsterker 248	MC1556G "
Inverterende forsterker	MC1556G "
Portkrets 51,53	1/2 CD4011D (RCA)
Flip-flop 160	SN 7471 (Texas Instruments)
Spenningsregulator 256	MA723 (Fairchild)
Koplingstransistor (FET) 180	2N 3993 (Motorola)
V _G	+15 volt DC
V _H	-15 volt DC
V _I	+10 volt DC
V _R	+5 volt DC
Diode D1	620 (Texas Instruments)
Zener dioder	IN751 " "
Inverter	SN7400 Senes (Texas Instruments)
Kondensator C1,3	1 Mf
" C2	0.1 Mf
" C4	500 pf

		<u>Komponent</u>	
Motstand	1	39	K ohms
"	2	30	K ohms
"	3	4	K ohms
"	4	1	K ohm
"	5,7,9	10	K ohms
"	6	24.9	K ohms
"	8	50	ohms
"	10	402	K ohms
"	11	499	K ohms
"	12,16	49.9.	K ohms
"	13	301	K ohms
"	14	8.7	K ohms
"	15	5.1	K ohms
"	17	2	K ohms
"	18	1.5	K ohms
"	19	1	ohm

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte til styring fra jordoverflaten av måleoperasjoner i et borehull i et måle-under-boringsystem, ved hvilken resultatene av målinger foretatt av måleapparater i borehullet omsettes i overføringsutstyr til akustiske signaler som sendes opp gjennom boreslammet til indikasjonsutstyr på jordoverflaten, k a r a k t e r i s e r t v e d at det i borehullet frembringes et eller flere primære signaler som representerer hver sin arbeidsparameter i systemet, og et eller flere referansesignaler svarende til hver arbeidsparameter, at hvert primært signal sammenlignes med det eller de tilsvarende referansesignaler, at det i borehullet frembringes et eller flere sekundære signaler som er avhengige av utfallet av sammenligningen eller sammenligningene, at det eller de sekundære signaler omsettes til et eller flere styresignaler som tilføres et eller flere måleapparater eller det dermed forbundne overføringsutstyr, og at et ønsket styresignal frembringes ved at en eller flere arbeidsparametre endres fra utstyret på jordoverflaten.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at styresignalet eller -signalene frembringes som forskjellige logiske kombinasjoner av et antall av de sekundære signaler.
3. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at minst ett sekundært signal tidsintegreres for frembringelse av et tertiært signal som indikerer når det opptrer forskjell mellom et primært signal og et referansesignal for vedkommende arbeidsparameter i en forutbestemt tidsperiode, idet det fortrinnsvis indikeres når det primære signal overskrider referansesignalet i den forutbestemte tidsperiode, hvilket tertiære signal inngår istedetfor det tilsvarende sekundære signal ved frembringelse av styresignalet.
4. Fremgangsmåte ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at styresignalet eller -signalene frembringes som forskjellige logiske kombinasjoner av sekundære og tertiære signaler.
5. Fremgangsmåte ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at det frembringes et primært

signal som representerer vekten av borkronen.

6. Fremgangsmåte ifølge et av de foregående krav, karakterisert ved at det frembringes et primært signal som representerer borstammens omdreiningshastighet.

7. Fremgangsmåte ifølge et av de foregående krav, karakterisert ved at det frembringes et primært signal som representerer borevæskens strømningshastighet.

8. Anlegg for utøvelse av fremgangsmåten ifølge krav 1, omfattende utstyr for fra jordens overflate å styre tilstandene for et antall arbeidsparametre i borehullet, og et antall detektorer (80,82,84) som er innrettet til å detektere tilstanden for et antall arbeidsparametre og å frembringe primære signaler som representerer disse tilstander, og overføringsutstyr (53,57,61,66,67,69) for akustisk signalering fra borehullet til utstyret på jordoverflaten ved hjelp av boreslammet, karakterisert ved at detektorene (80,82,84) befinner seg i borehullet, og at anlegget videre i borehullet har organer for å frembringe et eller flere referansesignaler (V_R) for hver arbeidsparameter, en eller flere komparatorer (81,83,85) som er innrettet til å sammenligne hvert primært signal med det eller de tilhørende referansesignaler og å frembringe et eller flere sekundære signaler som er avhengig av utfallet av sammenligningen eller sammenligningene, og en styrekrets (86) som tilføres det eller de sekundære signaler og i avhengighet av disse frembringer et eller flere styresignaler for å styre funksjonen av detektorene (80,82,84) eller overføringsutstyret.

9. Anlegg ifølge krav 8, karakterisert ved at komparatoren eller komparatorene (81,83 og 85,242) er innrettet til frembringelse av et sekundært signal når det primære signal overskrider referansesignalet.

10. Anlegg ifølge krav 8 eller 9, karakterisert ved at styrekretsen (86) inneholder et antall portkretser (163,166,170,171,173) som tilføres de sekundære signaler selektivt.

11. Anlegg ifølge krav 8,9 eller 10, karakterisert ved at det mellom minst én komparator (81,83 eller 85) og styrekretsen (86) er innskutt en tidsintegrator (180,188) for frembringelse av et tertiært signal når tidsintegralet av det tilhørende primære signal overskrider en forutbestemt referanseverdi.

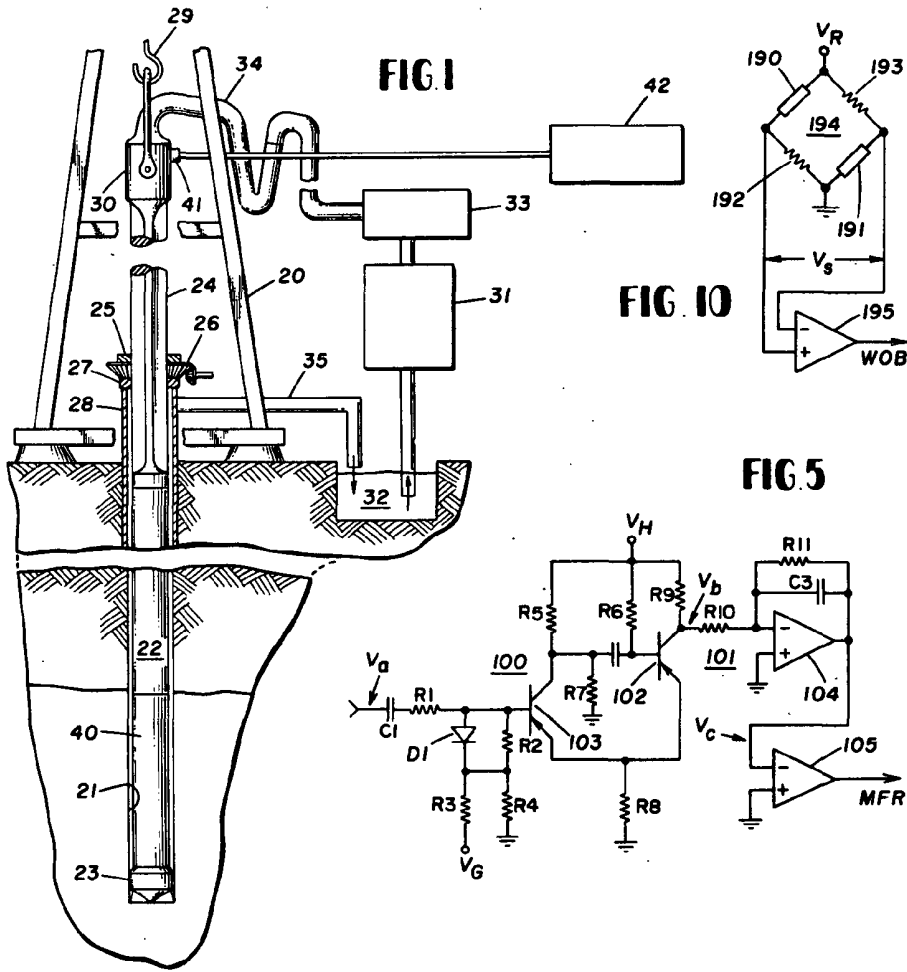


FIG 7

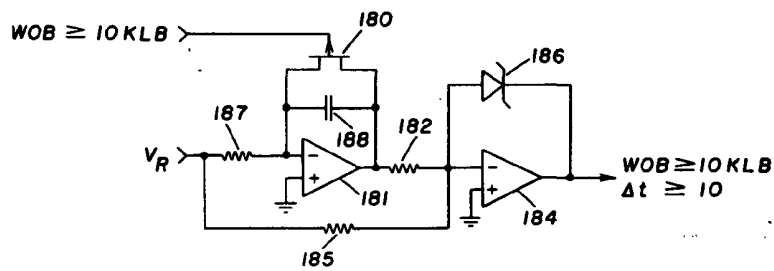
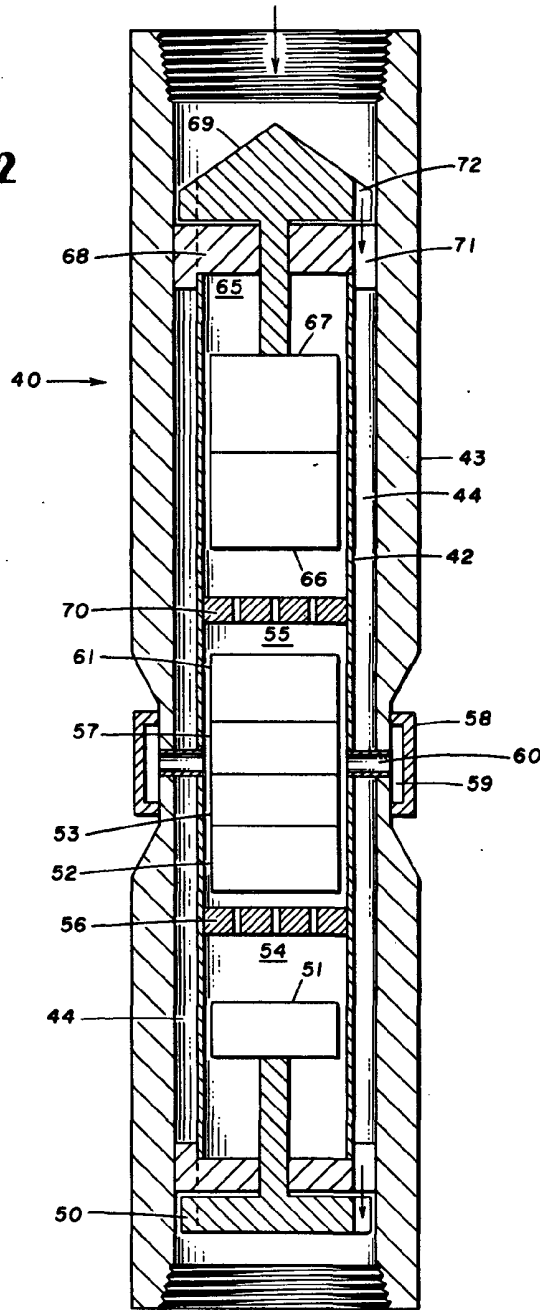


FIG 2



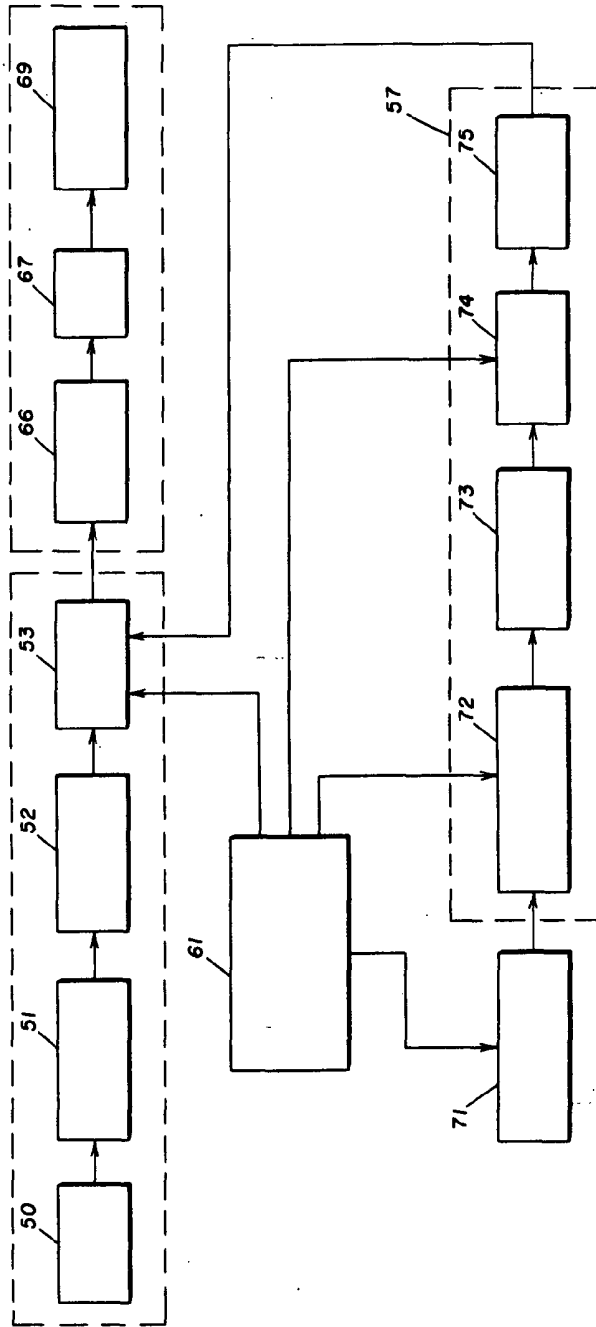


FIG 3

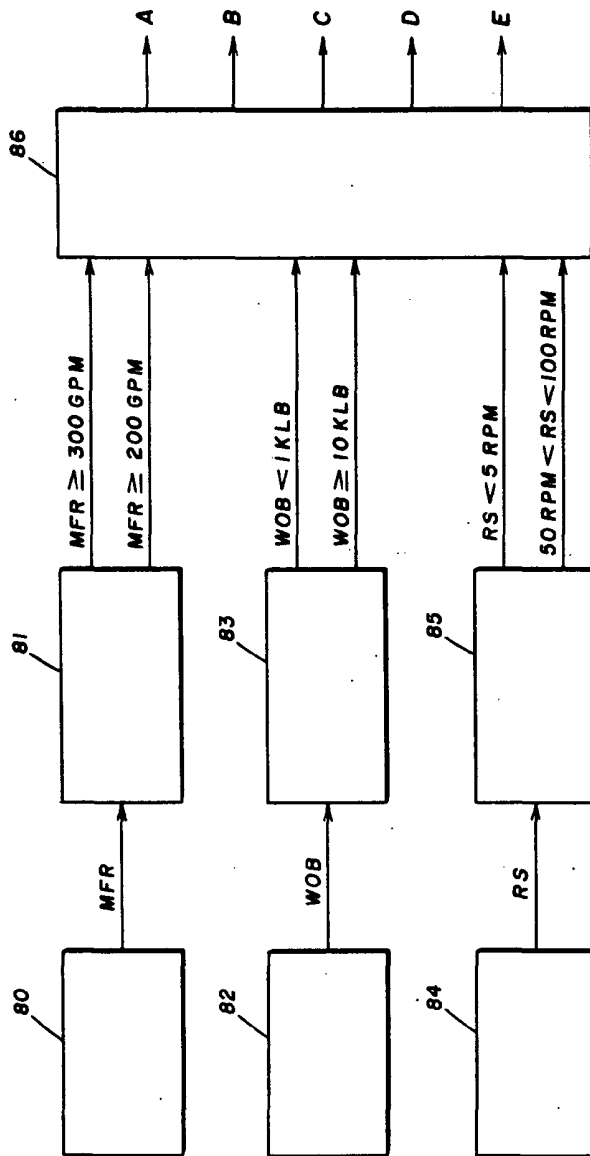
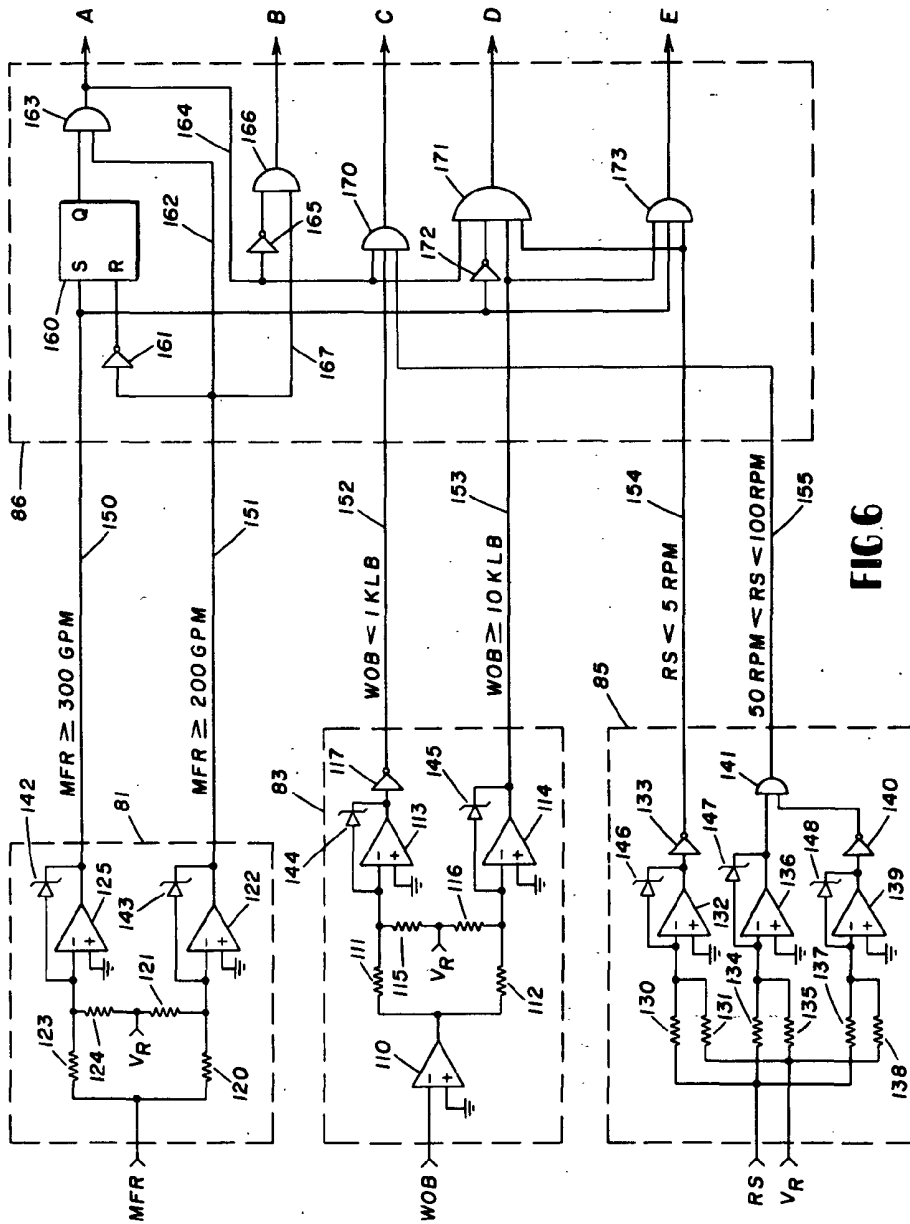


FIG 4



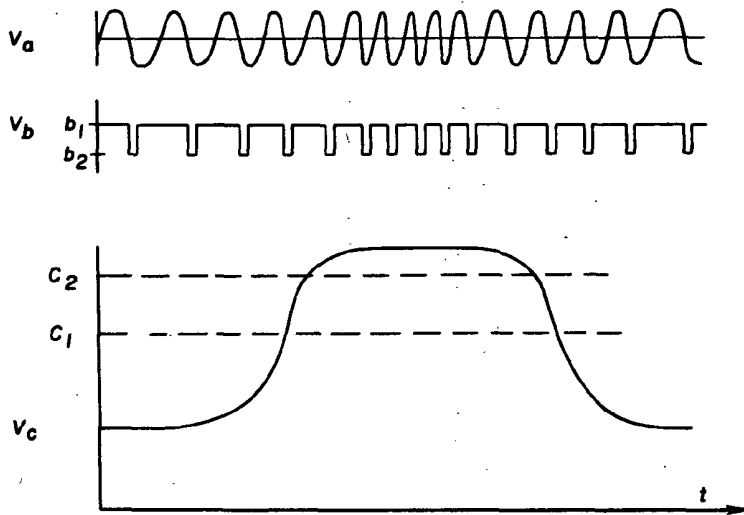


FIG 8

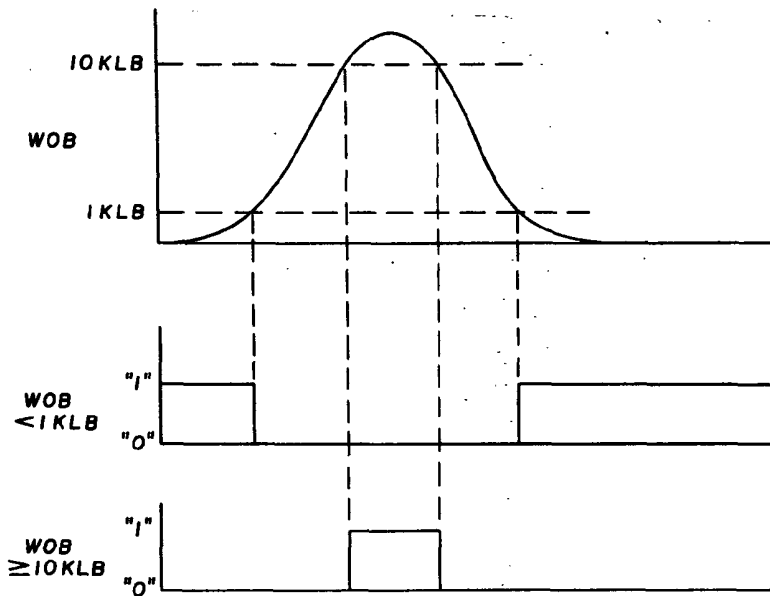


FIG 9

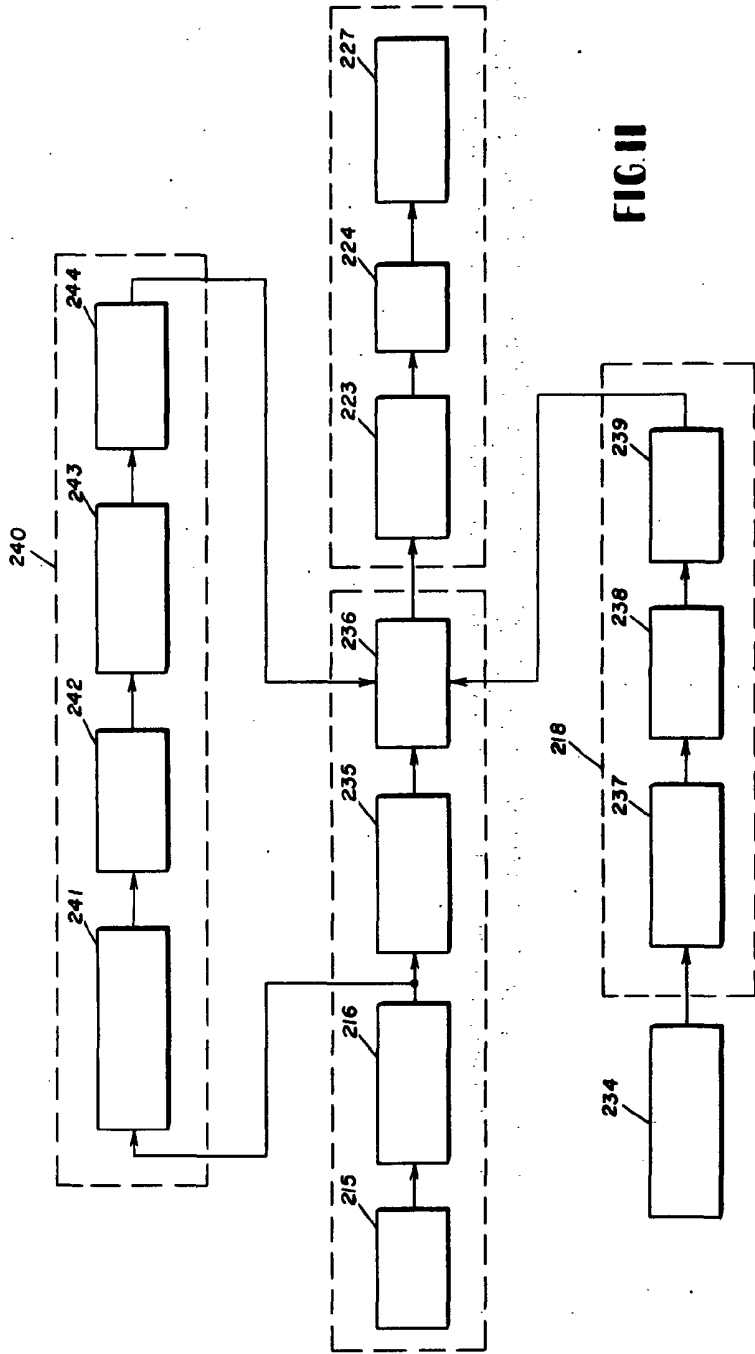


FIG. II

142017

FIG. 12

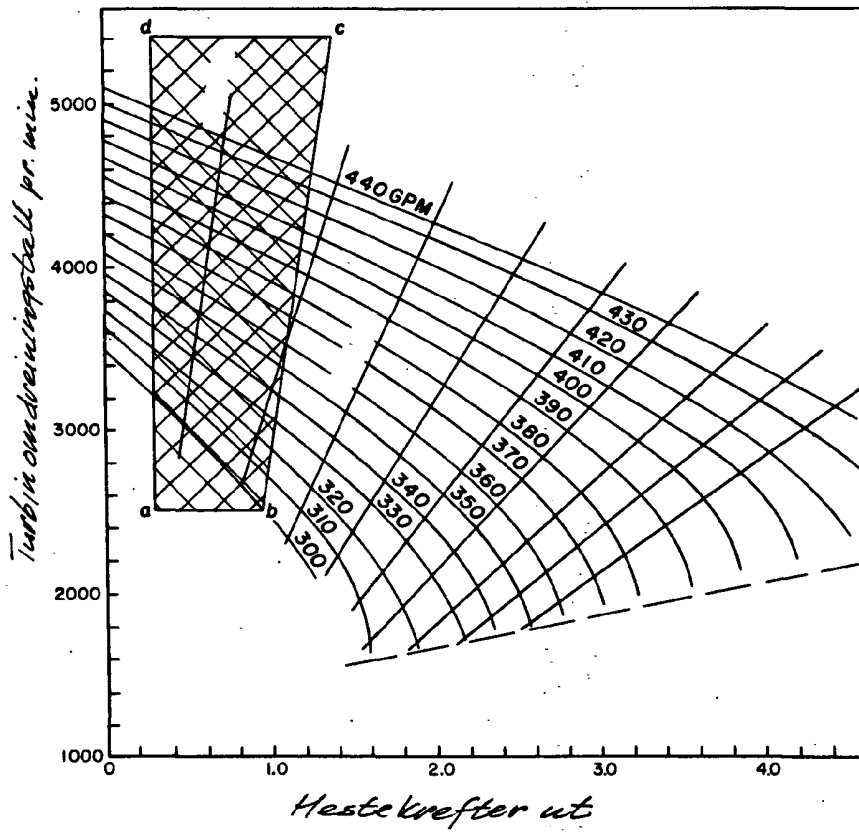
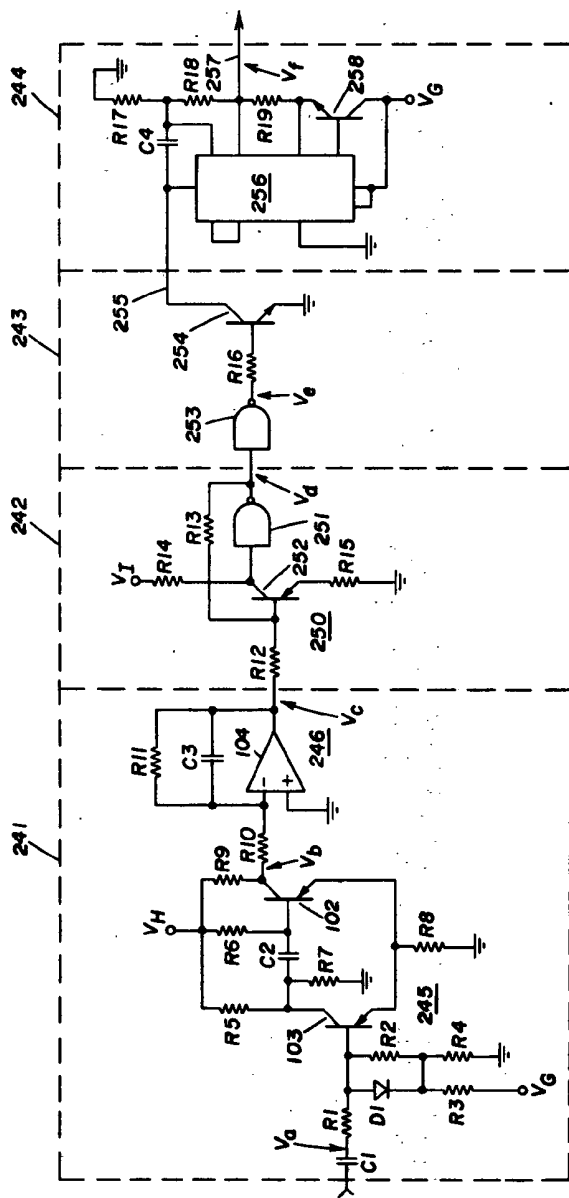


FIG. 13



142017

FIG. 14

