NORGE
(19) [NO]

STYRET FOR DET
INDUSTRIELLE RETTSVERN

[B] (12) UTLEGNINGSSKRIFT (11) Nr. 167103

(51) Int. Cl.[5] E 21 B 47/00, G 01 P 3/44

(21) Patentsøknad nr. 843926
(22) Inngivelsesdag 28.09.84
(24) Løpedag 28.09.84
(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

(86) Internasjonal søknad nr. -
(86) Internasjonal inngivelsesdag -
(85) Videreføringsdag -
(41) Alment tilgjengelig fra 01.04.85
(44) Utlegningsdag 24.06.91

(71)(73) Søker/Patenthaver TELECO OILFIELD SERVICES INC., Med-Way Park 105 Pondview Drive, Meriden, CT 06450, US

(72) Oppfinner MARTIN E. COBERN, Cheshire, CT, US

(74) Fullmektig Onsagers Patentkontor AS/, Oslo.

(30) Prioritet begjært 30.09.83, US, 537821.

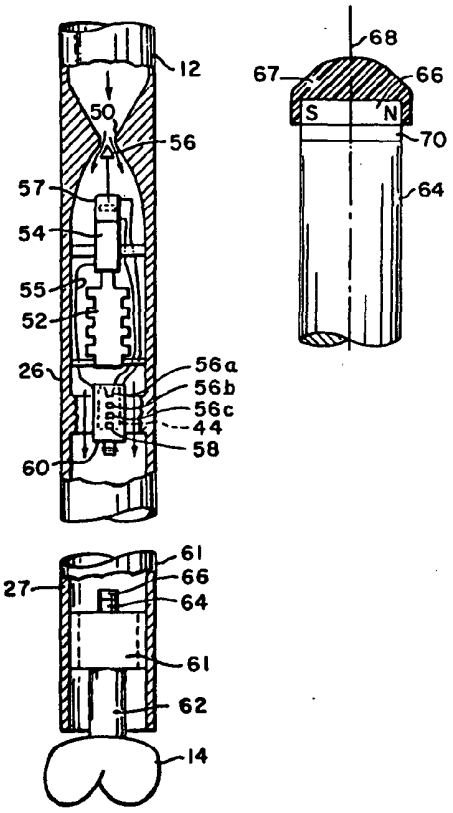
(54) Oppfinnelsens benevnelse **APPARAT TIL MÅLING AV ET ELEMENTS DREIEHASTIGHET.**

(57) Sammendrag

Den foreliggende oppfinnelse vedrører måling under boring ("measurement while drilling" MWD) hvor dreiehastigheten av en turbin (61) som befinner seg nede i et hull, blir målt ved hjelp av den innbyrdes virkning i et triaksialt magnetometer (56) i en følerpakke av en permanentmagnet (66) festet til turbinakselen (64). Det triaksiale magnetometer kan være en del av et eksisterende MWD-system til måling av retningsparametre i borehullet. Magneten (66) er en sterk magnet montert på turbinakselen (64) vinkelrett på aksen (68) av turbinen (61) og aksen for borestrengen (12).

(56) Anførte publikasjoner

USA (US) patent nr. 2940039, 4013945, 4283679.



Oppfinnelsen vedrører området måling under boring ("measurement while drilling", MWD) og borehulltelemetri. Mer spesielt vedrører oppfinnelsen et apparat til måling av dreiehastigheten av et dreieelement, f.eks. en turbin, anordnet i en borestreng nede i en brønn eller et borehull.

På området boring av borehull, spesielt boring av olje- og gassbrønner, har man lenge vært klar over nytten av systemer som muliggjør detektering av parametre ved bunnen av borestrengen og overføring av slike data til overflaten under boreoperasjonen. Slampulstelemetri-systemer er kjent og har vært brukt til måling under boring. Slike systemer er omtalt f.eks. i US patentskrift 3.982.431, 4.013.945 og 4.021.774.

En fremgangsmåte for brønnboring innbefatter det å drive en borkrone med en turbin som befinner seg nede i hullet, ved hjelp av boreslammet som sirkulerer i borestrengen og i det ringformede rom mellom borestrengen og brønnveggen. Disse boresystemer er meget effektive og er spesielt ønskelige for bruk ved rett boring. I den hensikt å være effektiv må imidlertid turbinen i disse systemer bli drevet innenfor et nedre dreiehastighetsområde for optimalt kraftutbytte. Det er således viktig å kunne regulere turbinens hastighet, men en regulering kan ikke utføres uten at man kjenner den virkelige hastighet som boret dreier seg med.

Dette krav til å regulere hastigheten av et bor, er selvsagt bare ett eksempel på situasjoner hvor det er ønskelig å kjenne dreiehastigheten for en turbin eller annet utstyr som befinner seg nede i hullet.

Således er der i henhold til den foreliggende oppfinnelse skaffet et apparat til måling av hastigheten av et dreieelement nede i en brønn eller et borehull omfattende:

magnetometer-organer til normalt å avføle i det minste en komponent av jordens magnetfelt og fremskaffe et første signal svarende dertil,

en magnet anordnet på dreieelementet og anordnet til å overlagre et dreiemagnetfelt på jordmagnetfeltet, slik at en frekvensparameter for det overlagrede magnetiske felt svarer til dreiehastigheten av dreieelementet,

idet magnetometerorganene er innrettet til å avføle dreiemagnetfeltet som er overlagret jordens magnetiske felt og fremskaffe et annet signal som varierer i samsvar med den nevnte frekvensparameter,

samt behandlingsorganer innrettet til å skjelne frekvensparameterne gitt av det annet signal for bestemmelse av dreiehastigheten av dreieelementet.

Denne informasjon som oppnås ved hjelp av apparatet, kan deretter overføres til overflaten for der å bli brukt av boreren til styring av dreiehastigheten for turbinen og således optimere borets boreintensitet. Dreiehastigheten for borkronen som blir drevet av turbinen, kan ikke bli forstyrret av overflatemålinger. Det er derfor nødvendig å ha et system som kan måle dreiehastigheten nede i hullet og overføre denne informasjon til overflaten. Selvsagt er det også viktig at et hvilket som helst system til å måle hastigheten nede i hullet for turbinen, ikke forstyrrer de normale boreoperasjoner eller andre målinger nede i hullet, og dessuten skulle det ikke være påkrevet med dyptgående modifikasjoner av turbinen.

I henhold til den foreliggende oppfinnelse er der montert en kompakt, kraftig permanentmagnet på den ende av en turbindrivaksel som befinner seg øverst i hullet, idet det magnetiske moment for magneten er anordnet vinkelrett i forhold til aksen for turbinakselen. Når turbinakselen dreier seg, vil denne turbinmonterte magnet overlagre et dreiemagnetfelt på jordens magnetiske felt i området for turbinen. I henhold til den foreliggende oppfinnelse blir også det overlagrede magnetiske felt avfølt av de triaksiale magnetometre i følersystemet, og de avfølte data blir overført til overflaten som et signal svarende til dreiehastigheten for turbinen og boret blir drevet av turbinen. Dersom borestrengen mellom

turbinen og de triaksiale magnetometerfølere er rett, vil det overlagrede magnetfelt være anordnet på tvers, dvs. det vil ha bare en x- og y-komponent og vil påvirke bare x- og y-magnetometrene. Dersom der eksisterer en "bent sub" mellom turbinen og føleren, vil der også foreligge en z-komponent av det overlagrede magnetfelt som dessuten vil påvirke z-magnetometeret. Hvilken som helst overlagrede magnetfelt-komponenter vil variere med en frekvens som er lik dreiehastigheten for turbinen. Slik det er definert i den ovenstående beskrivelse og i det følgende, vil "z"-retningen være akseretningen for borestrengen (og aksen for turbinakselen i en rett BHA) og x- og y-aksene blir innbyrdes vinkelrette akser som står vinkelrett på z-aksen.

Det overlagrede dreiemagnetfelt utgjør et tachometersignal og intensiteten av dette tachometersignal vil være en liten brøkdel av intensiteten av jordens magnetfelt. Således er det nødvendig å høypassfiltrere de overlagrede signaler for eliminasjon av jordfeltet og forsterke dem før de behandles. Denne behandling trenger bare å bestemme frekvensen av signalet, fordi frekvensen av dette signal svarer til turbinhastigheten. En hvilken som helst av flere behandlingsteknikker, f.eks. analog eller digital frekvenstelling, eller hurtig fouriertransformasjon ("Fast Fourier Transformation", FET) kan brukes for slik behandling. Omvendt kan signalene fra magnetometeret bli ført gjennom et lavpassfilter for bestemmelse av de normale retningsparametre uten at der opptrer forstyrrelse eller oppskaking fra det overlagrede magnetfelt.

De mange trekk og fordeler ved den foreliggende oppfinnelse vil fremstå og bli forstått av fagfolk på området fra den følgende detaljerte beskrivelse og av tegningen.

På tegningen er make elementer gitt samme henvisningstall på de forskjellige figurer.

Fig. 1 er et generelt riss over et borehull og et boretårn som anskueliggjør miljøet for den foreliggende oppfinnelse.

Fig. 2 er et snitt gjennom borestrengen på fig. 1 og viser skjematisk området for borestrengen i henhold til oppfinnelsen.

Fig. 3 er et riss delvis i snitt av den øverste ende av turbinakselen med påmontert magnet i henhold til den foreliggende oppfinnelse.

Fig. 4 er et elektrisk blokkdiagram over tachometerkomponentene og systemet i henhold til oppfinnelsen, samt deres samvirke med retningskomponentene.

Fig. 5A, 5B og 5C angir diagrammer over ufiltrerte utgangssignaler fra x-, y- og z-magnetometre under retthullboring, hvor borestrengen dreier seg langsomt.

Fig. 6A, 6B og 6C er diagrammer over ufiltrerte utgangssignaler fra x-, y- og z-magnetometrene under en retningsendring ("kick off") under bruk av en bøyet underdel for endring av borevinkelen.

På fig. 1 og 2 er der vist generelt det miljø hvor den foreliggende oppfinnelse finner anvendelse. Det skal imidlertid forstås at disse generaliserte figurer bare tjener den hensikt å vise et representativt miljø hvor den foreliggende oppfinnelse kan finne anvendelse og er ikke ment å begrense anvendeligheten for den foreliggende oppfinnelse til de spesielle konfigurasjoner som er vist på fig. 1 og 2.

Boreapparatet vist på fig. 1 omfatter et boretårn 10 som understøtter en borestreng 12 som er avsluttet i en borkrone 14. Slik det er velkjent innenfor faget, kan hele borestrengen dreie seg, eller borestrengen kan holdes stasjonær, mens bare borkronen blir dreiet, idet sistnevnte angir det forhold som den foreliggende oppfinnelse er knyttet til. Borestrengen 12 er dannet av en rekke innbyrdes forbundne segmenter, idet der tilføyes nye segmenter når dybden av brønnen øker. Ved systemer hvor borkronen blir drevet av en turbin, er det ofte ønskelig å dreie borestrengen langsomt. Det kan gjennomføres ved reaktivt dreiemoment fra boringen eller rett og slett ved dreining av borestrengen fra overflaten. I sistnevnte tilfelle blir borestrengen opphengt i en dreibar blokk 16 av en vinsj 18, og hele borestrengen kan dreies ved hjelp av en kvadratisk kelly 20 som glidbart passerer gjennom, men dreies av dreiebordet

22 ved foten av boretårnet. En motormontasje 24 er tilkoblet for drift av både vinsjen 18 og dreining av dreiebordet 22.

Den nedre del av borestrengen kan inneholde ett eller flere segmenter 26 av større diameter enn de andre segmenter i borestrengen (kjent som vektrør). Slik det er velkjent innen teknikken, kan disse vektrør inneholde sensorer og elektronikkretser for sensorer samt kraftkilder, f.eks. slamdrevne turbiner som vil drive borkroner og/eller generatorer og tilføre elektrisk energi til sensorelementene.

Borekaks som frembringes ved driften av borkronen 14, føres vekk ved en kraftig slamstrøm som stiger opp gjennom det frie ringformede rom 28 mellom borestrengen og brønnveggen 30. Dette slam blir via et rør 32 levert til et filtrerings- og dekanteringssystem skjematisk vist som tanken 34. Det filtrerte slam blir deretter utsatt for sugning ved en pumpe 36 som er forsynt med en pulsasjons-absorberingsenhet 38 og blir via linjen 40 levert under trykk til et dreieinnsprøytningshode 42 og deretter til det indre av borestrengen 12 for levering til borkronen 14 og slamturbinen dersom en slamturbin er innbefattet i systemet.

Slamsøylen i borestrengen 12 tjener også som et overføringsmedium for overføring av signaler vedrørende parametre nede i hullet til overflaten. Denne signaloverføring utføres ved hjelp av kjent teknikk hva angår slampulsgenerering, idet trykkpulser fremskaffes i slamsøylen i borestrengen 12 og representerer de avfølte parametre nede i kilden. Boreparametrene blir avfølt i en sensorenhet 44 (se fig. 2) i et vektrør 26 nær eller i naboskapet av borkronen. Der dannes trykkpulser i slamstrømmen inne i borestrengen 12, og disse trykkpulser blir mottatt av en trykktransduser 46 og deretter overført til en signalmottagningsenhet 48 som kan registrere, fremvise og/eller utføre beregninger på signalene for fremskaffelse av informasjon om forskjellige betingelser nedover langs brønnen.

Slik det fremgår av fig. 2, er der skjematisk vist et system av borestrengsegmenter 26 hvori der genereres

slampulser. Slammet strømmer gjennom en munning 50 med variabel strømning, og blir levert for drift av en første turbin 52. Denne første turbin driver en generator 54 som leverer elektrisk kraft til sensorene i sensorenheten 44 (via elektriske forbindelser 55). Utgangssignalene fra sensorenheten 44 som kan ha form av elektriske eller hydrauliske eller lignende signaler, driver et stempel 56 som varierer størrelsen av den variable munning 50, idet stempelet 56 omfatter en ventildriver 57 som kan opereres hydraulisk eller elektrisk. Variasjoner i størrelsen av munningen 50 skaffer trykkpulser i slamstrømmen hvilke overføres til og avføles ved overflaten for fremskaffelse av indikasjoner av forskjellige betingelser avført ved hjelp av sensorenheten 44. Slamstrømmen er vist ved piler.

Fordi sensorene i sensorenheten 44 påvirkes magnetisk, må det spesielle borestrengelement 26 som rommer sensorelementene, være en ikke-magnetisk seksjon av borestrengen, fortrinnsvis utført av rustfritt stål eller "Monel". Videre er sensorenheten 44 innelukket i en ikke-magnetisk trykkbeholder 60 for beskyttelse og isolasjon av sensorenheten fra trykket i brønnen.

Mens sensorenheten 44 kan inneholde andre sensorer for retningsmåling eller annen måling, vil den inneholde et triaksialt magnetometer med tre viklinger, idet disse viklinger er vist hver for seg bare for illustrasjonens og beskrivelsens skyld, som viklinger 56A, 56B og 56C, svarende henholdsvis til "x"-, "y"- og "z"-magnetometerviklinger. Sensorenheten 44 kan også ha en dreiesensor 58 som vil bli beskrevet ytterligere i det følgende og som kan svare til dreiesensoren 58 i US patentskrift 4 013 945.

Boreturbinen 61 er plassert nedenfor sensorenheten 44. Hyppig vil et annet segment 27 av et ikke-magnetisk vektrør strekke seg mellom sensorenheten 44 og turbinen 61.

Akselen for boreturbinen 61 har en nedre eller nedoverragende seksjon 62 som er forbundet med og driver borkronen 16 og en oppoverragende seksjon 64. En sterk permanent

stavmagnet 66 er montert på toppen av turbinakselseksjonen 64.

Slik det best fremgår på fig. 3, er magneten 66 montert i flukt med toppen av turbinakselen 64, og det er vesentlig ifølge den foreliggende oppfinnelse at magneten 66 er montert vinkelrett på aksen 68 for turbinakselseksjonen 64, og magneten må også være symmetrisk anordnet i forhold til aksen 68. Når dette apparat er slik montert og innbefatter magneten, har det to symmetriplan som begge innbefatter akselaksen. Ett plan (i papirplanet) inneholder nord/syd-aksen for magneten, og det annet plan (vinkelrett på papirplanet) todeler magneten. Denne symmetri sammen med den kontinuerlige tilstand av magnetfeltlinjer som stråler fra magneten, sikrer at det felt som induseres av magneten, ikke vil ha noen komponenter langs akselens akse.

I den hensikt å isolere magneten 66 fra turbinakselen 64 (som sannsynligvis vil være et jernholdig eller annet permeabelt materiale), blir magneten 66 i virkeligheten montert på og anordnet på avstand fra akselen 64 ved hjelp av en ikke-magnetisk isolerende barriere 70 som kan bestå av et hvilket som helst passende, ikke-permeabelt materiale, f.eks. "Inconel", plast etc. Magneten 66 må enten være en kraftig permanentmagnet (med et energiprodukt i størrelsesorden 15-20 megagauss-ørsted) som ikke utsettes for avmagnetisering ved sjokk, temperatur, vibrasjon eller langvarig dreining i jordens magnetfelt.

Magneten må kunne egne seg for bruk i en omgivelse med høy temperatur (ca. 150^{o}C og vibrasjon). Det kan også være ønskelig å lukke magneten inne i et beskyttelseshus med en strømlinjet profil og inneholdende en sjokkabsorberende avtetningssammensetning 67.

Fortrinnsvis vil magneten 66 være en magnet av et sjeldent jordmetall, f.eks. en magnet av en sjelden jordmetall-koboltlegering tilgjengelig fra RECOMA, Inc., Fairfiled, New Jersey. Slike magneter er kjent for deres høye nivå av magnetisering, og deres motstand mot avmagnetisering.

Under vanlig drift av sensorenheten 44 (dvs. uten å ta i betraktning virkningene av magneten 66, vil "x"-, "y"- og

"z"-magnetometerviklingene 56A, 56B og 56C avføle og fremskaffe signaler svarende til "x"-, "y"- og "z"-komponenter av jordens magnetfelt. Dersom borestrengen er stasjonær, vil disse x-, y- og z-komponenter gi utgangssignaler med konstant verdi. Imidlertid går en typisk praksis ved rettlinjet turbinboring ut på å bevirke eller tillate at borestrengen dreier seg langsomt (vanligvis med en hastighet på mindre enn 100 o/min). I det tilfelle vil utgangssignalene fra x- og y-magnetometrene være sinusformede og 90^{o} ute av fase. En representativ gjengivelse av sistnevnte situasjon (dvs. når borestrengen dreier seg langsomt), er vist på fig. 5A, 5B og 5C, hvor kurvene 72 og 74 viser intensiteten av x- og y-komponentene for det magnetiske felt, og linje 76 på fig. 5C viser den konstante verdi av den komponent av magnetfeltet som strekker seg i z-retningen.

Når turbinakselen dreier seg, vil det felt som induseres av magneten 66 (dvs. magnetfeltlinjene), overlagre et felt på jordens magnetfelt som vil bli avfølt av magnetometerviklingene. x- og y-magnetometerviklingene 56A og 56B vil registrere et oscillerende felt som overlagres jordens magnetfelt. Dette oscillerende felt er angitt skjematisk ved kurve 78 på fig. 5A og ved kurve 80 på fig. 5B. I z-aksen av magnetometerviklingen 56C vil der ikke bli registrert noe oscillerende overlagret felt, og derfor vil intet overlagret felt fremkommer i utgangssignalet 76 på fig. 5C, fordi symmetrien av magneten 66 i forhold til x-aksen sikrer at det felt som induseres av magneten 66, ikke vil ha noen z-komponent. De overlagrede felter som er representert ved kurvene 78 og 80, vil være av sinusformet art og 90° ute av fase med hverandre. Disse overlagrede feltsignaler vil befinne seg i et frekvensområde i størrelsesorden ikke større enn det frekvensområde som er forbundet med normale magnetometer-utgangssignaler, f.eks. representert ved kurve 72 og 74. Således vil det normale magnetometer-utgangssignal som er representativt for jordens magnetfelt og det overlagrede signal for magneten 66, lett separeres og filtreres ved hjelp av standard elektroniske filtreringsapparater og -teknikker.

Frekvensen av det overlagrede felt som er representert ved kurvene 78 og 80, vil selvsagt svare til dreiehastigheten av magneten 66 og således svare til dreiehastigheten for turbinakselen 64.

Fig. 6A, 6B og 6C viser registreringer av den samme generelle art som fig. 5A, 5B og 5C for en boreutførelse som benytter en bøyet undermontasje ("bent sub"). Ved en slik utførelsesform vil borestrengen ikke dreie seg. Således vil de utgangssignaler fra magnetometeret som representerer x-, y- og z-komponentene av jordens magnetfelt, utgjøre rette linjer henholdsvis 82, 84 og 86. De sinusformede signaler representerer det overlagrede magnetfelt fra magneten 66 når x- og y-magnetometerviklingene er vist ved kurvene 88 og 90. Fordi det eksisterer en bøy ved underdelen mellom sensorenheten og borkronen, vil også et overlagret felt bli registrert ved z-magnetometerviklingen, idet dette overlagrede felt er representert ved kurven 92. Ved den utførelsesform som er representert ved kurvene på fig. 6, på samme måte som med utførelsesformen representert ved kurvene på fig. 5, vil frekvensen av en hvilken som helst av kurvene 88, 90 eller 92 svare til dreiehastigheten av magneten 66 og således turbinakselen 64.

I den hensikt å gjøre bruk av de overlagrede feltsignaler for bestemmelse av dreiehastigheten av turbinakselen vil funksjonen med hensyn til avfølingen av jordmagnetfeltet og funksjonen med hensyn til avføling av dreiehastigheten av turbinen være adskilt fra hverandre, samtidig som signalene må være filtrert fra hverandre for derved å hindre dem fra å virke inn på hverandre eller degradere hverandre. En skjematisk representasjon av et system for utførelse av dette er vist på fig. 4. x-, y- og z-magnetometerviklingene 56A, 56B og 56C er forbundet med lavpassfiltre henholdsvis 94, 96 og 98. Når sensorenheten avføler og fremskaffer signaler i henhold til jordmagnetfeltet, vil lavpassfiltrene 94, 96 og 98 filtrere ut høyfrekvenssignaler svarende til turbindreiehastigheten og vil slippe gjennom bare de signaler som svarer til verdiene av komponentene fra jordmagnetfeltet

(dvs. de signaler som svarer til kurvene 72, 74 og 76 på fig. 5 eller de signaler som svarer til linjene 82, 84 og 86 på fig. 6). De filtrerte utgangssignaler fra disse lavpassfiltre blir deretter levert til en multiplekser 100 og deretter til en analog/digital-omformer 102, og deretter til apparatet og kretsen som generelt er angitt som en datamaskin 104, for fremskaffelse av drivsignaler for ventildriveren 57 for drift av et stempel 56 til generering av slampulssignaler som overføres til og avføles ved overflaten. I henhold til den foreliggende oppfinnelse blir der benyttet en dreiesensor 58 til å veksle systemet mellom en første modus (nettopp beskrevet) hvor jordmagnetfeltet blir målt, og en annen modus hvor turbindreiehastigheten blir målt. Dreiesensoren 58 kan være den dreierotor som er omtalt i US patentskrift 4.013.945 og som fremskaffer forskjellige nivåer av utgangssignaler, avhengig av hvorvidt borestrengen dreier seg eller ikke. Når borestrengen ikke dreier seg, vil utgangssignalet fra dreiesensoren 58, slik det er beskrevet i US patentskrift 4 013 945, levere et utgangssignal for driftsinitiering av apparatet 104. Dette utgangssignal vil også overføres til et relé eller en annen styremekanisme 108, som styrer en bryter 110 for tilkobling av magnetometeret 56A til lavpassfilteret 94. Når rotasjonen er opphørt og det er ønsket å avføle retningsparametrene og overføre dem til overflaten, vil således dreiesensoren 58 komme til virkning slik det er beskrevet i US patentskrift 4.013.945, for initiering av systemet for mottagelse og behandling av signalene. Når dreiningen blir gjenopptatt, vil utgangssignalet fra dreiesensoren 58 endre seg til et annet nivå hvor bryteren 110 befinner seg i den stiplede linjeposisjon vist på fig. 4 for utkobling av magnetometeret 56A fra lavpassfilteret 94 og tilkobling av magnetometeret 56A til et høypassfilter 112. Høypassfilteret 112 filtrerer ut lavfrekvenssignalene svarene til x-komponenten i jordmagnetfeltet (dvs. kurve 72 på fig. 5A). Utgangssignalet fra høypassfilteret 112 utgjør således et signal svarende til den sinusformede kurve 78 på fig. 5A og utgjør derfor et mål for og svarende til

dreiehastigheten av akselen 65 i turbinen 52. Dette utgangssignal blir deretter levert til en tachometerkrets hvor det blir passende behandlet og fremskaffer styresignaler for drift av ventildriveren 57 for drift av stempelet 56 som fremskaffer slampulssignaler svarende til dreiehastigheten av turbinen 52. Disse slampulssignaler blir selvsagt overført til overflaten av slamsøylen og detektert ved overflaten ved et hvilket som helst passende detekteringsapparat, f.eks. som det omtalt i US patentskrift 4.013.945 eller i et hvilket som helst annet markedstilgjengelig apparat. Således har boreren tilgjengelig den aktuelle dreiehastighet av turbinen 52 og boreren kan justere turbinhastigheten slik han ønsker for å tilfredsstille borekravene. Det skal noteres at ved arrangementet vist på fig. 4, er tachometerkretsen 114 forbundet bare med x-magnetometeret. Det er bare nødvendig å forbinde tachometerkretsen med en hvilken som helst av magnetometrene som vil registrere det overlagrede dreiesignal. Det er ikke nødvendig å overvåke magnetometrenes dreiesignal i det hele tatt, fordi et signal ved et hvilket som helst av magnetometrene svarer til dreiehastigheten av turbinen.

Det skal også noteres at i forbindelse med et system f.eks. som vist grafisk på fig. 6, hvor borestrengen ikke dreier seg, kan dreiesensoren 58 erstattes med en hvilken som helst passende bryterstyring som opererer på en tidsbasis eller på en hvilken som helst annen valgt basis. Denne bryterstyring vil deretter veksle mellom den første modus hvor systemet opererer for avføling og måling av jordmagnetfeltet og til den annen modus hvor systemet opererer for avføling og måling av dreiehastigheten av turbinen.

Det skal forstås at systemet vist på fig. 4 er vist bare for illustrasjonens skyld. Et hvilket som helst annet signalbehandlingssystem som kan motta og behandle signalene som det skal skjelnes mellom, kan benyttes.

PATENTKRAV:

1. Apparat til måling av dreiehastigheten av et dreieelement, f.eks. en turbin anordnet i en borestreng nede i en brønn eller et borehull,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det omfatter:
- magnetometer-organer (56) innrettet til normalt å avføle i det minste en komponent av jordmagnetfeltet og å fremskaffe et første signal svarende dertil,
- en magnet (66) anordnet på dreieelementet, f.eks. montert på akselen til en turbin, og posisjonert for å overlagre et dreiemagnetfelt på jordmagnetfeltet, slik at en frekvensparameter for det overlagrede magnetfelt svarer til dreiehastigheten av dreieelementet,

idet magnetometerorganene (56) er innrettet til å avføle dreiemagnetfeltet som er overlagret jordmagnetfeltet og å fremskaffe et annet signal som varierer i samsvar med den nevnte frekvensparameter,
- samt behandlingsorganer innrettet til å skjelne frekvensparametrene gitt av det annet signal for bestemmelse av dreiehastigheten av dreieelementet.

2. Apparat som angitt i krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at dreieelementet har en sentral aksel (64) som definerer en dreieakse (68), og
at magneten (66) er montert på akselen (64) med sitt magnetmoment vinkelrett på aksen.

3. Apparat som angitt i krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det innbefatter isolasjonsorganer (70) for magnetisk isolering av magneten (66) fra akselen (64).

4. Apparat som angitt i krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at magneten (66) har et energiprodukt på ca. 15-20 megagauss-ørsted.

5. Apparat som angitt i krav 4,

k a r a k t e r i s e r t v e d at magneten (66) er en magnet av et sjeldent jordmetall.

6. Apparat som angitt i krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at magneten (66) er innelukket i et beskyttende hus (67).

7. Apparat som angitt i krav 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at magneten (66) er innelukket i et beskyttende hus (67) av strømlinjeformet profil som inneholder et sjokkabsorberende materiale.

8. Apparat som angitt i et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at apparatet er anordnet i et borestrengsegment (27), at

magnetometeret (66) er montert på aksen av borestrengsegmentet (27), og at

dreieelementet dreier seg om en dreieakse som er koaksial med aksen for borestrengsegmentet (27).

9. Apparat som angitt i krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at dreieorganet har en midtre dreieaksel (64) koaksial med aksen (68) for borestrengsegmentet (27), og at

magneten (66) er montert på dreieakselen (64) med sitt magnetiske moment vinkelrett på aksen for dreieakselen (64).

10. Apparat som angitt i krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at

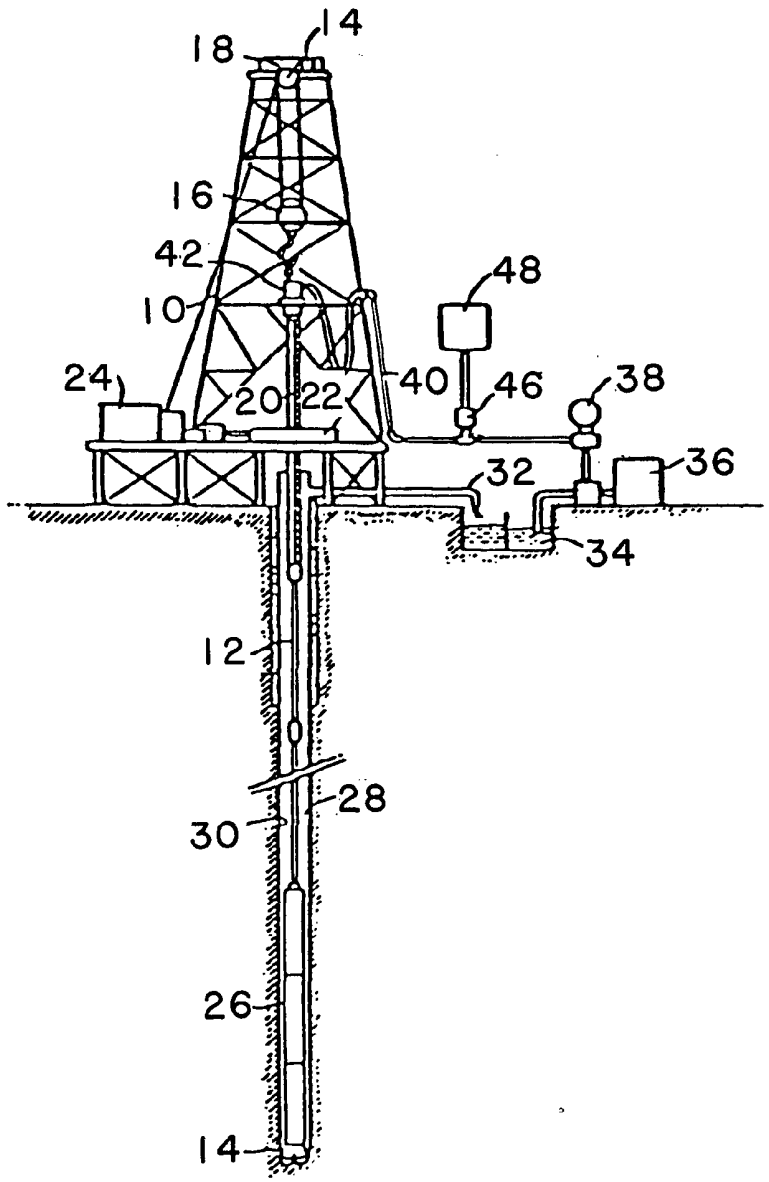
- magnetometer-organene utgjøres av et triaksialt magnetometer montert på en akse av borestrengen og en "z"-akse langs aksen for borestrengen og "x"- og "y"-akser innbyrdes vinkelrett på hverandre og på "z"-aksen, og at
- det magnetiske felt fra magneten (66) er overlagret på i det minste signaler fra "x"- og "y"-aksene for magnetometeret.

11. Apparat som angitt i krav 9,

k a r a k t e r i s e r t v e d at det omfatter dreie-sensororganer innrettet til å aktivere behandlingsorganene i henhold til dreietilstanden for borestrengen (12).

167103

Fig. 1



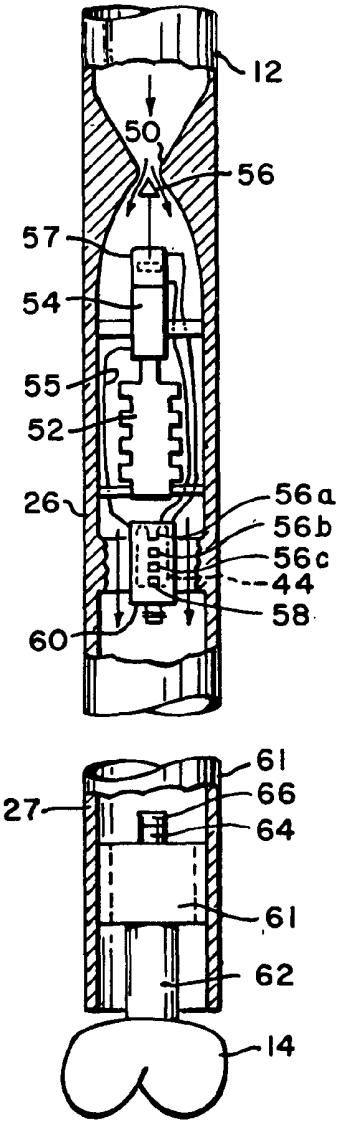

12
50
56
57
54
55
52
26
56a
56b
56c
44
58
60
61
27
66
64
61
62
14

Fig. 2

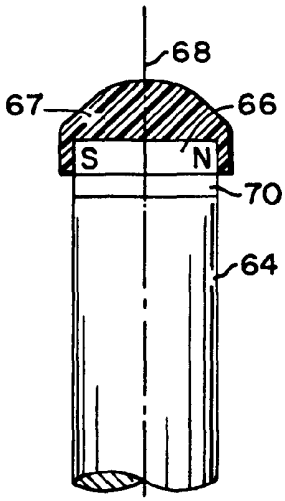

68
67
66
S
N
70
64

Fig. 3

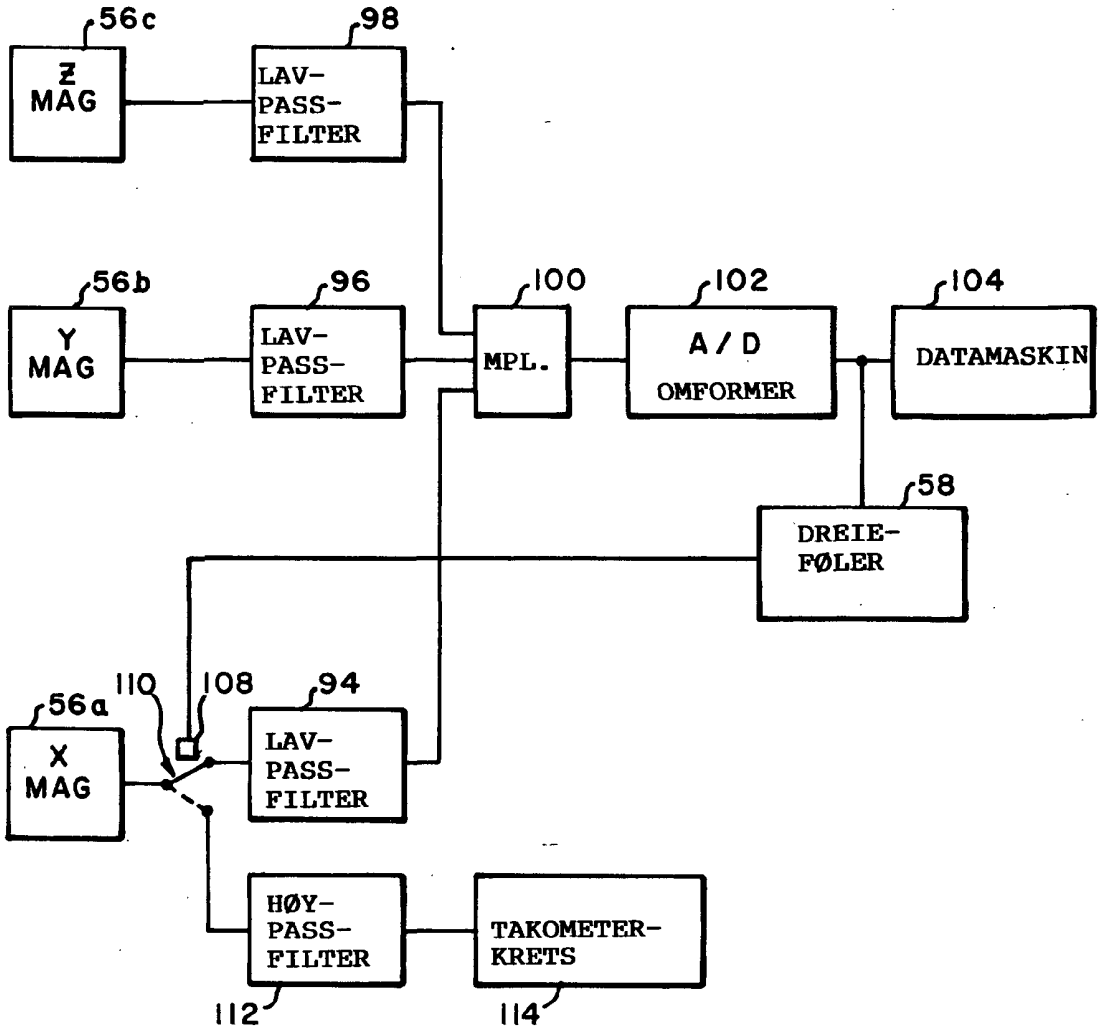

56c
Z MAG
98
LAV-PASS-FILTER
56b
Y MAG
96
LAV-PASS-FILTER
100
MPL.
102
A / D OMFORMER
104
DATAMASKIN
58
DREIE-FØLER
110
108
94
56a
X MAG
LAV-PASS-FILTER
HØY-PASS-FILTER
112
TAKOMETER-KRETS
114

Fig. 4

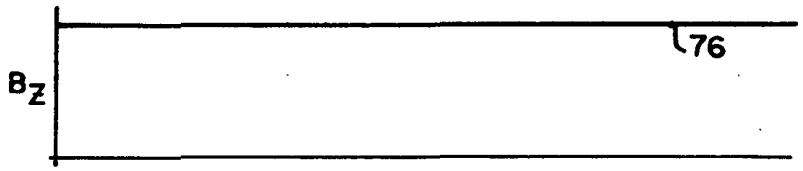


Fig. 5 c

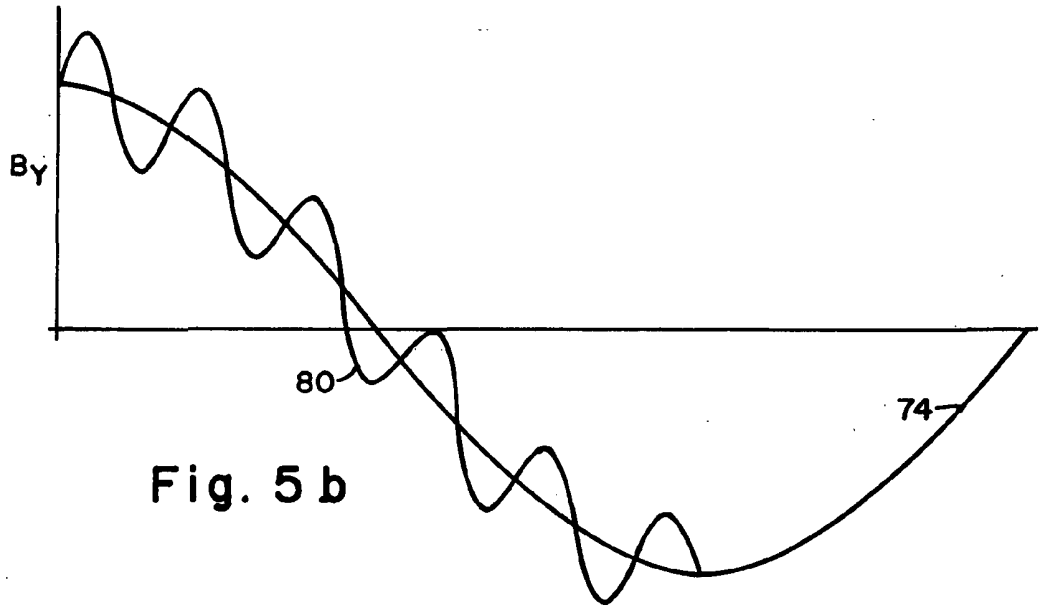


Fig. 5 b

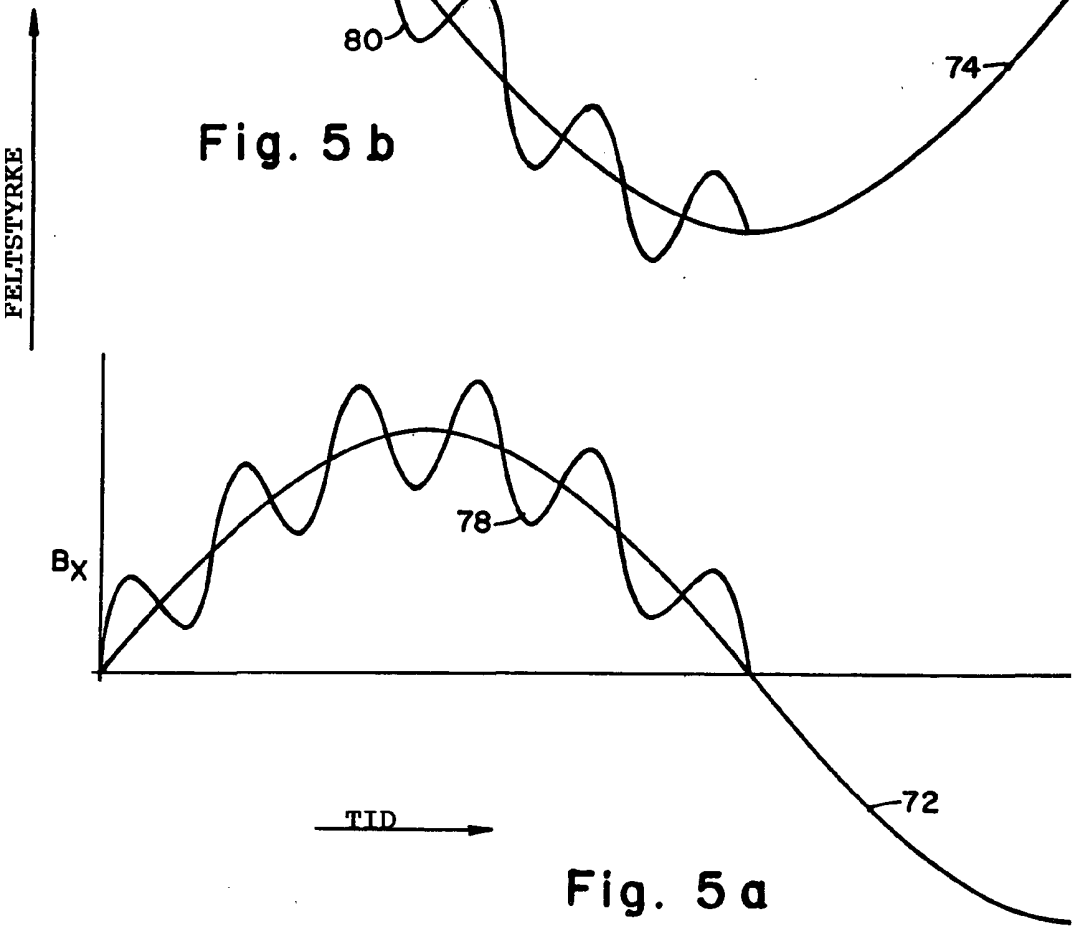


Fig. 5 a

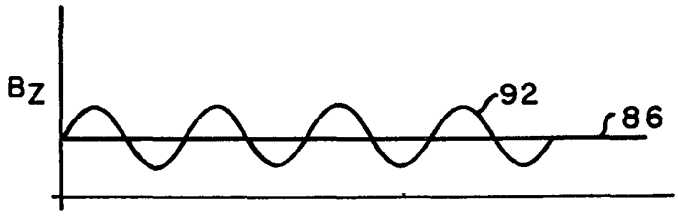


Fig. 6 c

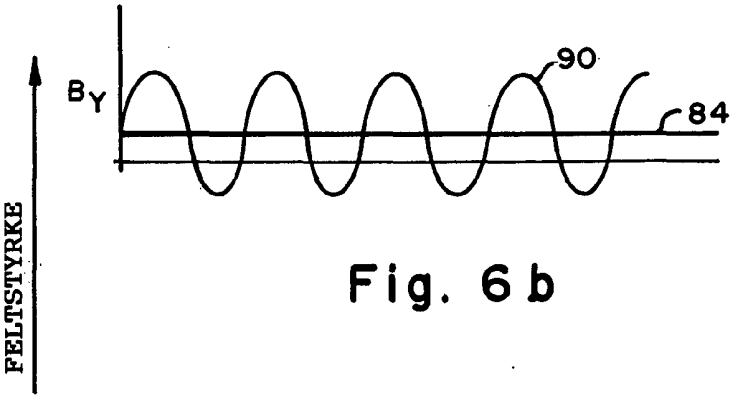


Fig. 6 b

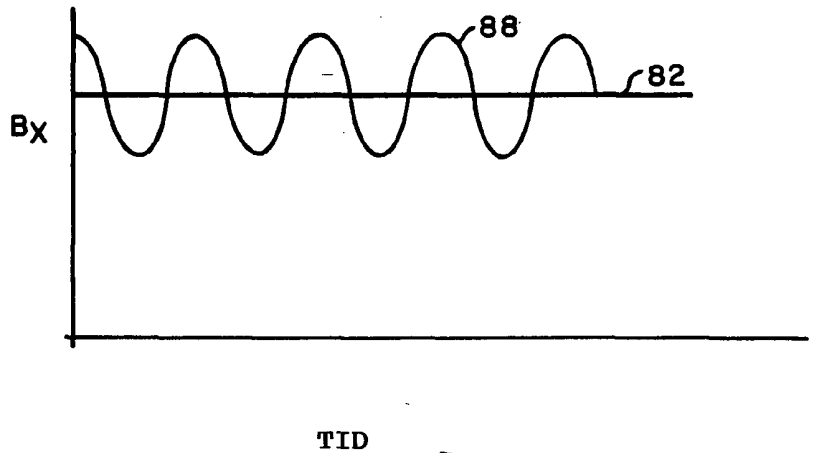


Fig. 6 a