
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **7907313**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Werkwijze en apparaat voor akoestische putlogging.**
- ⑤1 Int.Cl.³: G01V1/40, G01V1/28.
- ⑦1 Aanvrager: Dresser Industries Inc. te Dallas, Texas, Ver. St. v. Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. C.M.R. Davidson c.s.
Octrooibureau Vriesendorp & Gaade
Dr. Kuiperstraat 6
2514 BB 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 7907313.
- ②2 Ingediend 2 oktober 1979.
- ③2 Voorrang vanaf 10 oktober 1978, 13 april 1979.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummers van de voorrangsaanvragen: 949592, 30049.
- ②3 --
- ⑥1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 14 april 1980.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

DRESSER INDUSTRIES, INC., te Dallas, Texas, Verenigde Staten van Amerika

Werkwijze en apparaat voor akoestische putlogging

De uitvinding heeft betrekking op verbeterde werkwijzen en apparaten voor het onderzoeken van de eigenschappen van ondergrondse aardformaties die door een boorput getraverseerd worden, en met name op werkwijzen en apparaten voor het digitaliseren en bewerken van een
5 akoestische signatuur om geselecteerde formatie-eigenschappen te bepalen.

Het is bekend dat olie en gas gevonden worden in ondergrondse aardformaties, en dat putten in deze formatie geboord worden om deze substanties te winnen. Wat in het algemeen niet bekend is, is dat om verscheidene redenen de inhoud, indien aanwezig, van het meeste van deze
10 formaties niet automatisch in de putboring stroomt, nadat deze formaties doorboord zijn. Het is evenwel meestal nodig om de gehele lengte van de boorput te onderzoeken of te "loggen" om die van belang zijnde formaties te lokaliseren, voordat de put voltooid kan worden om de olie of het gas te produceren.

Er is geen enkele putloggingtechniek of inrichting, die een
15 direkte indicatie kan verschaffen van olie of gas in een bepaalde van belang zijnde formatie. In plaats hiervan zijn de loggingtechnieken, die het meest gebruikt worden, die technieken welke verscheidene fysieke parameters meten van de aardsubstanties naast de boorput, waardoor deze
20 informatie gebruikt kan worden in overeenstemming met geselecteerde functionele verhoudingen om te bepalen welke formaties een waarschijnlijke of mogelijke waarde hebben.

Het zal bijvoorbeeld duidelijk zijn dat wanneer de olie of het gas verspreid zijn in de holten van de poreuze ruimten in een forma-
25 tie, een formatie met grotere poreusheid waarschijnlijker produceerbare hoeveelheden olie of gas zal bevatten dan een formatie met een kleinere poreusheid. Een indicatie van de relatieve poreusheid van de aardmaterialen langs de boorput zal dus blijkbaar van waarde zijn bij het bepalen van de diepten, waar olie en gas in passende hoeveelheden voor produktie
30 te vinden zijn.

7907313

Oorspronkelijk werd putlogging uitgevoerd door een sonde of logging "gereedschap" die was opgehangen aan het einde van een logging-kabel bij de bodem van de boorput en dan naar boven werd getrokken door de boorput en tijdens deze beweging metingen produceerde van één of meer aardparameters. In de sonde was meestal een schakeling aanwezig om deze metingen om te zetten in passende elektrische signalen, die op hun beurt naar de oppervlakte gezonden werden door één of meer elektrische geleiders in de loggingkabel. Een registratie-apparaat op de oppervlakte werd gebruikt om deze signalen te ontvangen en te registreren in korrelatie met een passende indicatie van de boorputdiepte, waar de signalen geproduceerd werden.

Zoals vermeld is zijn verscheidene loggingtechnieken en apparaten ontworpen en gebruikt, waarbij sommigen meer geschikt waren dan anderen afhankelijk van de verschillende in de boorput bestaande condities. Apparaten en technieken zijn bijvoorbeeld reeds lang gebruikt om de looptijd of snelheid van een akoestische puls door deze formaties te meten. In deze gevallen worden de metingen gewoonlijk getransformeerd in elektrische energie, die representatief is voor de grootte van deze gemeten aardparameter.

De vroegst bekende logginginrichting, zoals weergegeven in het Amerikaanse octrooischrift 2.651.027, omvat één enkele akoestische zender en een akoestische ontvanger. Het instrument verschaft een indicatie van de snelheid van een seismische golf over een betrekkelijk groot formatie-interval, zoals 5 feet. Een behoefte aan verhoogde nauwkeurigheid van de metingen en meer gedetailleerde formatie-eigenschappen resulteerden in de ontwikkeling van een akoestisch logginggereedschap met dubbele ontvanger.

Het akoestische logginggereedschap met dubbele ontvanger bestaat uit één enkele akoestische energiezender en twee akoestische ontvangers, die door een kleine afstand gescheiden zijn, bijvoorbeeld 1 foot. Het systeem meet de tijd die de akoestische energie nodig heeft om de afstand af te leggen die gelijk is aan de afstand tussen het paar akoestische ontvangers. De akoestische zender zendt energie uit die door de aangrenzende formaties gaat naar de dichtbij zijnde ontvanger. De tijd die de akoestische energie nodig heeft om via de aangrenzende formaties

de afstand af te leggen tussen de dichtstbij zijnde ontvanger en de verder afgelegen ontvanger wordt gemeten, waardoor een indicatie verschaft wordt van de akoestische snelheid voor het gebied van de boorputformaties tussen de ontvangerstations. Hoewel dit een verbetering is bleek het

5 akoestische loggingsysteem met twee ontvangers toch te leiden aan het feit dat de ontvangen informatie beïnvloed werd door de positionering van het instrument binnen de boorput. Als het akoestische gereedschap zich in een gekantelde positie in de boorput bevindt, dan verkrijgt men onbetrouwbare snelheidsmetingen.

10 Om een meer nauwkeurige meting van de akoestische eigenschap van ondergrondse formaties te verschaffen werd een akoestisch instrument met dubbele zender en dubbele ontvanger geïntroduceerd. Dit akoestische logginggereedschap is uitgerust met een bovenste zender, een bovenste ontvanger, een onderste ontvanger en een onderste zender, die bedreven

15 worden om onafhankelijke metingen te verkrijgen die akoestische energie vertegenwoordigen welke door de formaties gaat van boven en onder de ontvangers en die tenminste twee tijdmetingen verschaffen, welke gemiddeld worden, waardoor een gemiddelde looptijd verkregen wordt. Met deze methode compenseert het instrument factoren zoals de gereedschappositie

20 binnen de boorput.

De aktivering of "ontsteking" van een akoestische zender van het putlogginggereedschap zal tot gevolg hebben dat een salvo akoestische energie naar buiten gestraald wordt in de boorput en de omgevende formaties. De akoestische energie beweegt naar de ontvangers door het put-

25 fluidum en de omgevende formaties. Na aankomst in een ontvanger wordt de akoestische energie omgezet door de ontvanger in een elektrisch signaal, dat een oscillerend karakter heeft, en dat meestal een akoestische signatuur genoemd wordt. De signatuur kan bewerkt worden binnen het instrument of telemetrisch naar een oppervlakteplaats gezonden worden voor bewer-

30 king teneinde geselecteerde formatie-eigenschappen te produceren.

De bewerking van een akoestische signatuur is geconcentreerd op verscheidene golfvormkarakteristieken teneinde geselecteerde informatie over de formaties te verkrijgen. De amplitude van één of meer oscillaties van de akoestische signatuur-golfvorm kan gemeten worden om een

35 indicatie te verschaffen van formatiebreuk of de kwaliteit van de hechting

van cement aan een mantel langs de lengte van de van eenmantel voor-
 ziene boorput. Verder kan de looptijd van de akoestische golf door een
 formatie-interval berekend worden waarbij een op de tijd gebaseerde me-
 ting over een geselecteerd gedeelte van de akoestische energie uitge-
 voerd wordt. Een methode voor het meten en berekenen van de snelheid
 of het inverse van de looptijd kan gevonden worden in het Amerikaanse
 octrooischrift 3.257.639.

In de bekende techniek bleek de snelheids- of looptijdmeting
 de meest kritische en moeilijkste meting te zijn op een nauwkeurige
 en betrouwbare basis. Zoals vermeld is wordt de akoestische signatuur
 weergegeven door een oscillerend of slingerend elektrisch signaal. Het
 doel is het meten van een tijd vanaf een of ander vast punt op de signa-
 tuur, zoals het ogenblik van de zenderontsteking tot een tweede punt
 op de signatuur, weergegeven door de detectie van akoestische energie,
 die door deze zenderontsteking geproduceerd wordt, en die arriveert bij
 een ontvanger. Het meetpunt op de akoestische signatuur dat moeilijk
 betrouwbaar en consistent te bepalen is, is de aankomst van de akoesti-
 sche energie op de plaats van de ontvanger.

Dat gedeelte van de akoestische signatuur dat de aankomst
 vertegenwoordigt van de uitgezonden akoestische energie op een ontvanger-
 plaats, heeft een voortdurend veranderend karakter tengevolge van for-
 matie-effecten, ruis die geproduceerd wordt door het in de boorput
 bewegende gereedschap, en vervorming die veroorzaakt wordt door de trans-
 missie van de signatuur naar een oppervlakteplaats via een elektrische
 geleider binnen de loggingkabel. Veranderingen in formatie-eigenschappen
 resulteren in een voortdurend variërende amplitude van het ontvangen
 elektrische signaal en een variërende frequentie van de oscillaties die
 geproduceerd worden door de detectie van de verzonden energie. Vroeger
 pogingen bij het detecteren van het tweede meetpunt op het representatieve
 ontvangen signaal waren gericht op het detecteren van het punt, waar de
 eerste positieve halve periode van de ontvangen golfvorm overging van
 een positief spanningsniveau naar een negatief spanningsniveau, of an-
 ders gezegd: het nulspanningsreferentiespanningsniveau kruiste. Het meet-
 punt was onbevredigend tengevolge van vervorming in de eerste halve perio-
 de van de ontvangen golfvorm. De vervorming kan het gevolg zijn van een

of meer hierboven beschreven factoren, en resulteert in een onnauwkeurige snelheid- en looptijdberekening.

Een alternatief tweede meetpunt was het eerste punt van coincidentie van de eerste halve periode van de ontvangen akoestische energie en een nulspanningsreferentieniveau. Dit punt werd het "nulkruisingspunt" genoemd. Verscheidene factoren bij het bewerken van de analoge akoestische signatuur om het nulkruisingspunt te bepalen, resulteerde in een minder dan wenselijke meting. Soms varieert de amplitude van het ontvangen signaal zodanig, dat in plaats van het detecteren van het eerste nulkruisingspunt, de detectieschakeling in de tijd langs de akoestische signatuur springt naar het tweede nulkruisingspunt, hetgeen resulteert in "overslaan van perioden" en een onnauwkeurige meting.

Verder produceerde het logginggereedschap, dat aan het einde van een kabel door de boorput omhoog gesleept wordt, ruis die op de akoestische signatuur kan verschijnen voor het ontvangen signaal. In zo'n geval springt of beweegt het detectiepunt om het ruissignaal te detecteren, waardoor een snelheidsmeting geproduceerd wordt die sneller is dan die van de betreffende formatie. Deze twee gevallen van meetpunt-detectiefout werden beheersd door de operator, die visueel de akoestische signatuur op een oscilloscoop bewaakte en met de hand de systeemversterking instelde om het juiste detectiepunt te verkrijgen. In de meeste gevallen had de operator geen succes met zijn pogingen om de vereiste verstellingen uit te voeren teneinde de mate van nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de metingen te verkrijgen, die wenselijk is.

Om de meting nauwkeuriger te maken werd een circuit met kleine drempelspanning toegevoegd, waardoor het detectiepunt niet het eerste punt van coincidentie gemaakt werd tussen de signatuur en een nulspanningsreferentieniveau, maar een klein spanningsniveau boven het nulspanningsniveau. Dit spanningsniveau werd zodanig gekozen dat het zich boven het niveau bevond van de meeste door de beweging van het instrument geproduceerde kruis. Hoewel het drempeldetectiepunt meer bevredigend bleek te zijn dan de bekende detectiepunten, verschaft het nog steeds niet het meest nauwkeurige detectiepunt dat mogelijk is voor het berekenen van snelheid- en looptijd. De helling van de eerste halve periode van het ontvangen signaal is niet een constante. Deze helling kan veranderen

tengevolge van de hierboven genoemde vervorming die het gevolg is van de transmissie van de signatuur naar de oppervlakte door middel van een geleider binnen de loggingkabel, of kan veranderen als gevolg van een formatie-effect op de akoestische energie. Door een coincidentiedetectie-
 5 tiepunt boven het nulspanningsreferentieniveau te hebben, worden veranderingen in de golfvormhelling gereflecteerd als onnauwkeurigheden in snelheid- en looptijdberekeningen tengevolge van een veranderend coincidentie-
 10 tiepunt tussen het referentieniveau en de akoestische golfvorm.

Deze en andere nadelen worden door de onderhavige uitvinding opgelost door het verschaffen van een werkwijze en een apparaat voor het omzetten van een akoestische signatuur in een digitaal formaat en het uitvoeren van een nauwkeurige en betrouwbare bepaling van geselecteerde akoestische signatuurparameters.

In een voorkeursuitvoering van de uitvinding wordt een put-loggingsysteem verschaft, dat in zijn totale conceptie een sonde omvat die elektrische representaties produceert van een geselecteerd aantal fysieke eigenschappen van de formatie rondom een boorput, een loggingkabel voor het ophangen van de sonde en het bewegen van de sonde door de boorput langs de van belang zijnde formaties, een passende schakeling op de oppervlakte voor het bewerken en registreren van door de sonde ver-
 15 schafte data. De sonde zal een schakeling bevatten, die als gevolg van een bevelsignaal één of meer sensors of andere circuits, zoals de akoestische zender of één of meer akoestische ontvangers zal inschakelen. Akoestische energie zal door een interval van ondergrondse formaties ge-
 20 zonden worden, en gedetecteerd worden door een akoestische ontvanger. De akoestische signatuur die representatief is voor de door het formatie-interval bewegende akoestische energie, wordt naar een oppervlakteplaats gezonden.

Het oppervlaktegedeelte van het systeem omvat bij voorkeur een verbeterde inrichting voor het detecteren van de aankomst van de
 30 akoestische signatuur in de oppervlakte-elektronika en het starten van een analoog/digitaalomzetter teneinde de analoge akoestische signatuur om te zetten in digitaal formaat. De omgezette analoge akoestische signatuur wordt naar een geheugen binnen de oppervlakte-elektronika ge-
 35 zonden, waardoor ware tijddatasignalen uit de sonde aanwezig zijn voor

een speciale bewerking.

De digitale representatie van de akoestische signatuur wordt bemonsterd om een eerste referentiepunt te lokaliseren dat gebruikt moet worden bij het meten van de looptijd van het formatie-interval, waardoorheen de akoestische energie bewogen is. De digitale signatuur wordt verder geanalyseerd om een tweede punt te meten, dat representatief is voor de aankomst van akoestische energie in een ontvangerplaats. Het tijdsinterval tussen het eerste referentiepunt en een tweede meetpunt wordt dan berekend om de formatielooptijd of snelheid van akoestische energie door de formaties te verkrijgen. Verder wordt een ruisimmu- niteitpoort geproduceerd, die functioneel gerelateerd is aan het tweede meetpunt op de akoestische signatuur. Bij de volgende periode van hetzelfde zender-ontvangerpaar heeft de ruisimmu- niteitpoort tot gevolg dat alle invloeden op de akoestische signatuur na het eerste referentiepunt en voor de ruisimmu- niteitspoort verhinderd worden. De ruisimmu- niteitpoort verhindert het binnendringen van ongewenste signalen in golfparameterberekeningen en is als resultaat van het feit, dat hij functioneel gerelateerd is aan een akoestische signatuurkarakteristiek, continu variërend of vlottend.

De digitale akoestische signatuur wordt verder geanalyseerd om een amplitudemeting te verschaffen van de ontvangen akoestische energie. De amplitudemeting wordt gebruikt bij het evalueren van formatiekarakteristieken en om een regelsignaal te verschaffen, dat gebruikt zal worden om de versterking van een binaire versterker te verstellen teneinde de signaalamplitude te optimaliseren van vervolgens ontvangen akoestische energie, waardoor verzekerd wordt dat signaalamplituden zich binnen een voorkeursbereik bevinden dat omgezet wordt door de analoog/digitaalomzetter in digitaal formaat.

Wanneer verder de amplitude van de ontvangen akoestische signatuur golf uitgeput is tot een nulspanningniveau, hetgeen het verstrijken van het ontvangen signaal betekent, wordt een regelsignaal geproduceerd dat gebruikt kan worden om het ontstekingsritme van de zenders te veranderen. Het regelsignaal kan het repetitieritme van de zenders veranderen, wanneer zij bekrachtigd zijn, gebaseerd op een tijd-gesynchroniseerd ritme, of kan aangeven dat de snelheid waarmee het instrument door

de boorput beweegt, veranderd wordt wanneer een met de diepte gesyn-
chroniseerd ontstekingsritme gebruikt wordt.

Een kenmerk van de uitvinding is dus het verschaffen van
een verbeterde methode en apparaat voor het uitvoeren van akoestische
metingen van ondergrondse aardformaties.

Een ander kenmerk van de uitvinding is het verschaffen van
een verbeterde putloggingmethode en apparaat voor het produceren van
een ware-tijdelektrisch signaal, dat functioneel gerelateerd is aan de
ontvangst van akoestische energie, die door een te voren bepaalde af-
stand van ondergrondse aardmaterialen gezonden is.

Een verder kenmerk van de uitvinding is het verschaffen van
een verbeterde methode en apparaat voor het omzetten van het ware-tijd-
elektrische signaal in een digitale representatie van de configuratie
van akoestische energie daarin.

Een ander kenmerk van de uitvinding is het verschaffen van
een verbeterde methode en apparaat voor het omzetten van het ware-tijd-
elektrische signaal in een digitale representatie van de configuratie van
de energie daarin.

Een ander kenmerk van de uitvinding is het verschaffen van
een verbeterde methode en apparaat voor het bewerken van een digitale
representatie van akoestische energie om een betrouwbare indicatie te
verkrijgen van snelheid en looptijd van akoestische energie in ondergrond-
se aardformaties.

Een ander kenmerk van de uitvinding is het verschaffen van
een verbeterde methode en apparaat voor het produceren van een ruis-
immunitieitpoort, die functioneel gerelateerd is aan een geselecteerde
parameter van de ontvangen akoestische energie.

Een verder kenmerk van de uitvinding is het verschaffen van
een verbeterde methode en apparaat voor het meten van de amplitude van
ontvangen akoestische energie en het produceren van een amplitudereg-
signaal, gebaseerd op de gemeten amplitude.

Een verder kenmerk van de uitvinding is het verschaffen van
een verbeterde methode en apparaat voor het bepalen van het ophouden van
ontvangen akoestische energie en het verschaffen van een signaal om
het zender-ontstekingsritme als gevolg van dit ophouden te optimaliseren.

Een bijzonder kenmerk van de uitvinding is het verschaffen van een methode voor het bepalen van de looptijd van akoestische energie in ondergrondse aardmaterialen, die getraverseerd worden door een boorput, door het produceren van akoestische energie op een plaats binnen de boorput, het detecteren van akoestische energie op een plaats binnen de boorput, het detecteren van akoestische energie op een te voren geselecteerde afstand van waar hij geproduceerd was, het produceren van een elektrische representatie van de gedetecteerde akoestische energie, het zenden van de elektrische representatie naar de oppervlakteplaats, het uit de elektrische representatie afleiden van een digitale representatie van de akoestische energie, het uit de digitale representatie bepalen van een eerste en een tweede punt die functioneel gerelateerd zijn aan de snelheid waarmee de akoestische energie naar de boorput beweegt.

Een ander kenmerk van de uitvinding omvat het uit de digitale representatie produceren van een amplituderegelsignaal, dat functioneel gerelateerd is aan de amplitude van het gedetecteerde akoestische signaal.

Een ander kenmerk van de uitvinding omvat het meten van de expiratie van de akoestische energie en het produceren van een regelsignaal, dat functioneel gerelateerd is aan de expiratie en gebruikt wordt voor het optimaliseren van het ritme, waarmee de akoestische energie geproduceerd wordt.

Een ander kenmerk van de uitvinding omvat het produceren van een ruisimmunitiepoort, die functioneel gerelateerd is aan het tweede meetpunt van de digitale representatie van de akoestische energie. Een verder bepaald kenmerk van de uitvinding omvat apparaten, met inbegrip van een akoestische zender, akoestische ontvanger, A/D-omzetter voor het omzetten van de elektrische representatie van akoestische energie in een digitale representatie, een schakeling om uit het digitale signaal eerste en tweede meetpunten te bepalen, die verder de snelheid van de akoestische energie in ondergrondse aardmaterialen leveren.

Een ander kenmerk omvat een schakeling om uit de digitale representatie van akoestische energie een amplituderegelsignaal te produceren, dat functioneel gerelateerd is aan de amplitude van de gedetecteerde akoestische energie.

Een ander kenmerk omvat een schakeling voor het bepalen van

het verstrijken van de ontvangen akoestische energie, een verdere schakeling voor het produceren van een elektrisch signaal dat functioneel gerelateerd is aan de expiratie van de gedetecteerde akoestische energie om gebruikt te worden voor het optimaliseren van het zenderrepetitie-
5 ritme.

Een ander kenmerk van de uitvinding omvat een schakeling voor het produceren van een ruisimmunitieitpoort, die functioneel gerelateerd zal zijn aan het tweede meetpunt van de digitale representatie van de ontvangen akoestische energie.

10 Een verder kenmerk is dat het de zender van het akoestische logginginstrument geactiveerd wordt op een van de diepte-afhankelijke basis.

De uitvinding wordt in de volgende beschrijving nader toegelicht aan de hand van de tekeningen.

15 Figuur 1 is een vereenvoudigde functionele weergave van een uitvoering van de uitvinding.

Figuur 2 is een meer gedetailleerde functionele weergave van een gedeelte van het in figuur 1 weergegeven ondergrondse instrument.

20 Figuur 3 is een meer gedetailleerde functionele weergave van een gedeelte van de in figuur 1 weergegeven oppervlakteschakeling.

De figuren 4a, 4b en 4c illustreren grafisch karakteristieken van een akoestische signatuur.

25 Figuur 5 is een stroomkaart van stappen, die illustratief zijn voor een methode voor het bepalen van de looptijd van een akoestische puls.

30 Figuur 1 is een vereenvoudigd functioneel schema van één uitvoering van de onderhavige uitvinding, waarin de loggingsonde 2 is weergegeven die een akoestische loggingsectie 5 kan bevatten, welke ingericht is om passende metingen te verschaffen van de eigenschappen van de formaties rondom een ondergrondse boorput (niet weergegeven). Door de loggingsonde 2 uitgevoerde metingen kunnen uit de boorput naar de oppervlakte gezonden worden door middel van een conventionele loggingkabel 7, die een catrolwiel 8 of dergelijke kan doen roteren om een korrelatieve indicatie te verschaffen van de boorputdiepte, waar deze me-
35

tingen gedaan zijn. Het catrolwiel 8 kan ook gekoppeld zijn met een passende dieptecoderingsschakeling 10 door een drijfas 9 of dergelijke, waardoor de dieptecodeersschakeling 10 een functioneel korrelatief dieptemeetsignaal 12 zal leveren aan het oppervlaktegedeelte van het putplaatssysteem 11, in samenhang met de door de loggingkabel 7 geproduceerde metingen.

De akoestische putloggingsectie 5 omvat een eerste zendende transducer (T_1) 100, een eerste ontvangende transducer (R_1) 102, een tweede ontvangende transducer (R_2) 103 en een tweede zendende transducer (T_2) 101. De akoestische putloggingsectie 5 omvat ook ondergrondse elektronische schakelingen 4, die verklaard zullen worden aan de hand van figuur 2.

Het is bekend om boorputcompensatie te verschaffen door het gebruik van twee zenders en twee ontvangers via middelingstechnieken ter compensatie van "wash out" in de boorput of soortgelijke anomalieën. Het qua boorput gecompenseerde gereedschap met zijn twee zenders en twee ontvangers vereist vier opeenvolgende cycli om één tijdmeetinterval te voltooien. Dit is het gevolg van de methode van altemnerende ontvangers om de ontvangen akoestische signalen in hun geheel naar de oppervlakte over te dragen. De sequentie voor het maken van deze meting is als volgt:

(1) puls de zendende transducer T_1 en meet de tijd die het geluid nodig heeft om naar de ontvanger R_2 te bewegen, deze tijd wordt T_1R_2 genoemd.

(2) puls T_1 opnieuw en meet het tijdinterval naar de ontvanger R_1 , deze tijd wordt aangeduid met T_1R_1 .

(3) puls de zender T_2 en meet de tijd die het geluid nodig heeft om naar de ontvanger R_1 te bewegen, deze tijd wordt T_2R_1 genoemd.

(4) puls de zender T_2 en meet de tijd die de akoestische energie nodig heeft om de ontvanger R_2 te bereiken, deze tijd wordt T_2R_2 genoemd.

Deze metingen worden gecombineerd op de hieronder weergegeven manier om één complete meting te verkrijgen van het tijdinterval tussen de ontvangers R_1 en R_2 :

$$T = (T_1R_2 - T_1R_1 + T_2R_1 - T_2R_2)/2$$

Figuur 2 toont een akoestische loggingsectie 5 van de sonde

2, die gebruikt kan worden met het putplaatssysteem 11 om de geluids-transmissie-eigenschappen te meten van door een boorput getraverseerde formatiestrata. Deze eigenschappen kunnen op hun beurt functioneel gerelateerd zijn aan fysieke parameters, die nuttig zijn bij het bepalen van het koolwaterstofgehalte, zoals poreusheid. Zoals vermeld is is in een typische uitvoering van de akoestische sectie 5 in de sonde 2 een paar akoestische zenders 100 en 101 opgenomen voor het leveren van salvo's akoestische energie aan de omgevende formatie als gevolg van passende signalen, die door het putplaatssysteem 11 of binnen de sonde 2 geproduceerd worden. Verder kan gezien worden dat een corresponderend paar akoestische ontvangers 102 en 103 aanwezig is voor het ontvangen van akoestische energie uit de omgevende formatie als gevolg van de door de zenders 100 - 101 geleverde akoestische salvo's. In de bij voorkeur toegepaste werkwijze van de akoestische sectie 5 volgens de onderhavige uitvinding, kunnen regelsignalen uit het putplaatssysteem 11, die de timing regelen van de ontsteking van de zenders 100 en 101, bij voorkeur via een passende geleider 104a van de loggingkabel 7 naar de logische zender-schakeling 104 gezonden worden. Op soortgelijke wijze is een logische ontvangerschakeling 110 aanwezig voor het ontvangen van signalen, bij voorkeur van het putplaatssysteem 11 via de geleider 110a van de loggingkabel. Na het bewerken van het signaal op de geleider 104a, dat informatie bevat ten aanzien van de volgorde van de zenderontsteking en dergelijke, produceert de logische schakeling 104 een output 104b die naar de NOR-poort 105 gevoerd wordt.

Op soortgelijke wijze kan de logische ontvangerschakeling 110 een passend signaal 110b naar de NOR-poort 105 zenden, dat informatie bevat ten aanzien van de volgorde van ontvangerontsteking en dergelijke, welke informatie op de geleider 110a naar de logische ontvangerschakeling 110 gevoerd wordt, waarna de NOR-poort 105 een passende output 105a levert aan de voorversterkers 112 en 113.

Zoals hierna in bijzonderheden beschreven zal worden, is het doel van de output 105a het regelen van de geleiding van de voorversterkers 112 en 113 om signalen te accepteren van een bepaalde ontvanger 102 en 103 op een te voren bepaalde manier. Opgemerkt wordt dat de NOR-poort 105 verder een vertragingsinputsignaal 105b aan een vertragings-schakeling

106 kan leveren, die functioneert om voldoende tijd ter beschikking te stellen om overgangsverschijnselen op de loggingkabel 7, die veroorzaakt worden door logische pulsen op de geleiders 110a en 104a of dergelijke te doen verdwijnen voordat de zenders 100 en 101 bekrachtigd worden. De vertragingsschakeling 106 kan verder dienen om tijd te verschaffen voor zender- en ontvangerpoorten in de voorversterkers 112 - 113 en in de zenderdrijver 109 om in hun juiste posities ingesteld te worden en om alle door hen geproduceerde overgangsverschijnselen te doen verdwijnen. Gezien kan worden dat een NAND-poort 107 een zenderschakelsignaal 107a levert aan een zenderschakelaar 114, die op zijn beurt en als gevolg daarvan een zenderschakelsignaal 114a levert aan een zenderdrijver 109. Het doel van de zenderdrijver/109 is het zenden van energie op zijn output 109a en 109b naar de zenders 100 respectievelijk 101 als gevolg van het zenderschakelsignaal 114a. Dit zal op zijn beurt tot gevolg hebben dat de zenders 100 en 101 salvo's akoestische energie in de omgevende formaties zenden op een conventionele manier. Opgemerkt wordt dat de zenderdrijver 109 teneinde energie te leveren aan de zenders 100 - 101 voorzien wordt van passend vermogen op de lijn 108a uit een conventionele voedingsbron 109, die bij voorkeur vermogen ontvangt van het putplaatssysteem 11 via de voedingsgeleider 108b. Na ontvangst van akoestische energie uit de omgevende formatie als gevolg van door de zenders 100 - 101 geleverde salvo's akoestische energie, zullen de ontvangers 102 - 103 hun outputs, die functioneel gerelateerd zijn aan deze ontvangen energie, op de lijnen 102a en 103a leveren aan passende voorversterkers 113 en 112. De outputs van deze voorversterkers 113 en 112 zullen dan op de lijn 113a respectievelijk 112a geleverd worden aan de versterker/buffer 111, waarin zij verder versterkt worden en overgedragen worden naar een passende analoog/digitaalomzetter op de versterkeroutput 115, waarin zij gedigitaliseerd en bewerkt worden of zij worden direct gezonden naar het putplaatssysteem 11 op de geleider 115a van de loggingkabel 105 voor digitalisering en bewerking. De bewerking van de gedigitaliseerde akoestische signatuur zal hierna in bijzonderheden verklaard worden aan de hand van de andere figuren.

Zoals hierboven verklaard is wordt de poortsignaaloutput 105a aan de voorversterkers 112 - 113 geleverd teneinde op een te voren be-

paalde manier het tijdstip te regelen, waarop responsies van de ontvangers 102 en 103 geleverd worden aan de versterker/buffer 111. Naast het versterken van akoestische signalen op de lijnen 112a en 113a voor eventuele transmissie naar het putplaatssysteem 11, kan de versterker/buffer 111 verder een merkpuls produceren als gevolg van de output 107b uit de NAND-poort 107. Het doel van deze puls is het verschaffen van een indicatie dat een zender bekrachtigd is om de bewerking en dergelijke van het akoestische signaal op de output 115 en 115a te vergemakkelijken.

Figuur 3 is een in hoge mate vereenvoudigd functioneel schema van een gedeelte van de bovengrondse schakelingen, bestaande uit de apparaten van het putplaatssysteem 11, die een bepaalde configuratie illustreren van een gedeelte van het putplaatssysteem 11 dat geschikt is voor het verkrijgen, bewerken, registreren, opslaan en dergelijke van informatie behorende bij akoestische loggingmetingen, en met name de akoestische loggingsectie 5. Zoals in figuur 3 gezien kan worden produceert de regelaar 40 bij voorkeur loggingdatabevelsignalen 44, die functioneel gerelateerd kunnen zijn aan de diepte van de sonde 2 en die verkregen kunnen worden uit aan de moederregelaar 40 door de diepteregelaaar 33 op het dieptedata/regelkanaal 46 verschaft informatie. Ofschoon in de voorkeursuitvoering de ontsteking van de akoestische zenders functioneel gerelateerd is aan de diepte van het instrument in de boorput, is het de bedoeling dat de zenders geregeld kunnen worden door op de tijd gebaseerde pulssignalen, zoals wel bekend is. Het bevelsignaal 44 kan naar een passend zenderontstekingscircuit 66 gezonden worden, dat op zijn beurt een zenderontstekingssignaal 66a produceert dat de nodige informatie bevat voor de akoestische loggingsectie 5, met inbegrip van signalen voor het ontsteken van zenders 100 - 101 en ontvangers 102 - 103 (weergegeven in figuur 2) en dergelijke. Het ontstekingssignaal 66a kan dus geleverd worden aan het lijnregelcircuit 23, dat op zijn beurt door het bevelsignaal 44 uit de moederregelaar 40 gestuurd kan worden om het ontstekingssignaal 66a te leveren aan de betreffende geleider van de loggingkabel 7 om gezonden te worden naar de logische zenderschakeling 104 en de logische ontvangerschakeling 110 van de akoestische loggingsectie 5, die in figuur 2 is weergegeven.

In figuur 3 kan voor illustratiedoeleinden aangenomen worden

dat als gevolg van een passend zenderontstekingssignaal 66a, ontvangen door de akoestische loggingsectie 5 via de loggingkabel 7, akoestische energie geleverd is aan en ontvangen van de formatie door de akoestische loggingsectie 5, en verder kan aangenomen worden dat een functionele responsie daarop aanwezig is op de loggingkabel 7. Zoals geïllustreerd in figuur 3 kunnen deze akoestische responsies via de loggingkabel 7 gezonden worden naar het lijnregelcircuit 23, dat de betreffende geleider van de loggingkabel 7 die deze responsies bevat, kiest. Deze geselecteerde meetsignalen kunnen daarna als output 24 gezonden worden naar het signaalconditioneringscircuit 25, dat de signalen op de loggingkabel 7 conditioneerde voor een latere bewerking. De gecomditioneerde signalen 26 kunnen daarna geleverd worden aan het synchronisatiedetectorcircuit 27. De output 27c van de synchronisatiedetector 27 wordt gezonden naar de met hoge snelheid werkende analoog/digitaalomzetter 31, waardoor deze omzetter 31 een aktiveringssignaal verkrijgt na het optreden van een synchronisatiepuls in de detector 27.

De geconditioneerde signalen 26 worden ook gevoerd naar de binaire versterker 28. De output 28a van de versterker 28 zullen dan geleverd worden aan de A/D-omzetter 31, die geactiveerd is door de inputs 27c. In sommige gevallen hebben de signalen, die de versterker 28 bereiken, een zodanige waarde, dat versterking of verzwakking niet nodig is. Deze signalen worden dan direkt naar de omzetter 31 gevoerd via de versterker 28 zonder verandering. Na omzetting van de analoge signalen 28a door de omzetter 31, kunnen deze digitale signalen daarna naar de input 32a van de herstelregelaar 32 gevoerd worden en daarna naar de plaatsmoederregelaar 40 op de lijn 32b voor verdere overdracht naar het primaire opslagorgaan 56 teneinde een ware-tijdakoestische signaalbewerking mogelijk te maken. Een versterkingsregelsignaal 45 kan gezonden worden naar de binaire versterker 28 uit de herstelregelaar 32, die op zijn beurt een passende versterkingsregelinformatie uit de moederregelaar 40 kan verkrijgen, die via de databeveldsignaallijn 44 naar de regelaar 32 gezonden wordt.

Zoals verder weergegeven in figuur 3 kan het wenselijk zijn om verscheidene informaties behorende bij de akoestische loggingsectie 5, zoals gelijktijdige akoestische signaturen weer te geven voor bewa-

kingsdoeleinden en dergelijke. Een conventionele oscilloscoop 185 kan voor dit doel gebruikt worden. De akoestische informatie op de output 26 kan als akoestisch signatuursignaal 180a gezonden worden naar een passende versterker 184 en daarna naar de oscilloscoop 185 op de output 184a.

5 Bovendien kan het wenselijk zijn een merkgeneratorschakeling te verschaffen, waarmee naast het akoestische signatuursignaal 180a informatie, die functioneel daarmee gerelateerd is gelijktijdig weergegeven kan worden in de vorm van zichtbare merktekens of indicators op de oscilloscoop 185. Deze schakeling bestaat bij voorkeur uit een klok 181,
10 die tijdsignalen op de output 181a levert aan een afteller 182, die op zijn beurt signalen van de klok 181 vergelijkt met informatie uit de moederregelaar 40, die in het databevelsignaal 44 aan de afteller 182 geleverd wordt. Na deze vergelijking kan de teller 182 bij voorkeur een tellersignaal 186 leveren aan een door een puls gestuurde multivibrator
15 183, die op zijn beurt een conventionele pulsoutput 187 kan produceren, die gezonden wordt naar de versterker 184 om op de oscilloscoop 185 afgebeeld te worden.

De werking van de schakeling volgens figuur 3 kan het beste begrepen worden aan de hand van de figuren 4a, 4b, 4c, en de volgende
20 beschrijving van akoestische signatuurbewerking om geselecteerde parameters te verkrijgen zoals de bedoeling is in de voorkeursuitvoering van deze uitvinding. Zoals vermeld is wordt de in figuur 4a weergegeven akoestische signatuur 401 uit de akoestische loggingsectie 5 van de ondergrondse sonde 2 gezonden door middel van de loggingkabels 7. Het
25 lijnregelcircuit 23 selecteert de geleider binnen de loggingkabel 7, die de akoestische signatuur 401 vervoert en zendt de golfvorm door de input 24 naar het signaalconditioneringscircuit 25. De geconditioneerde signalen 26 worden gelijktijdig in de synchronisatiedetector 27 en de binaire versterker 28 gevoerd. De synchronisatiedetector 27 bepaalt de
30 aanwezigheid van een synchronisatiepuls 402 van de akoestische signatuur 401, die de ontsteking van een zender binnen de boorput aangeeft. De output 27c zal dan de A/D-omzetter 31 bekrachtigen om de digitalisering van de akoestische signatuur 401 mogelijk te maken.

Geconditioneerde signalen 26 worden ook gevoerd naar de
35 binaire versterker 28. De versterker 28 kan de akoestische signatuur on-

veranderd doorlaten, of zoals hierna beschreven zal worden, de amplitude van de akoestische signatuur verstellen als gevolg van een voorgaande akoestische signatuurparameter, zodat de akoestische signatuur binnen het optimale amplitudebereik zal vallen dat door de A/D-omzetter 31 ge-

5 digitaliseerd moet worden. Deze automatische versterkingsregeling, die gebaseerd is op een aan een voorgaande akoestische signatuur ontleend regelsignaal, elimineert de meeste van de hierboven vermelde problemen, die het gevolg zijn van voortdurend variërende signaalamplituden en maakt dus meer betrouwbare akoestische signatuurparameterbewerkingen mogelijk.

10 De output 28a van de binaire versterker 31 wordt omgezet door de A/D-omzetter 31 in een digitaal formaat. Ofschoon in de voorkeursuitvoering een bemonsteringsritme van 2 microseconde gekozen werd, wordt opgemerkt dat het bemonsteringsritme een kwestie van technische keuze is. De digitale representatie van de akoestische signatuur levert

15 een input 32a aan de herstelregelaar 32, die dient als een buffer tussen de omzetter 31 en de regelaar 40.

De digitale representatie van de akoestische signatuur, gedeeltelijk in figuur 4b weergegeven, wordt uit de herstelregelaar 32 overgedragen naar de putplaatsmoederregelaar 40 door de input 32b. De

20 regelaar 40 draagt de digitale representatie van de akoestische signatuur over aan het primaire opslagorgaan door de input 58, waar hij beschikbaar is om bewerkt te worden voordat de door de volgende zenderontsteking geproduceerde akoestische signatuur arriveert in de elektronische schakeling op de oppervlakte.

25 De bewerking van de akoestische signatuur om de parameter te verkrijgen die correspondeert met de snelheid of looptijd kan het best begrepen worden aan de hand van figuur 4b in samenhang met figuur 5. Zoals vermeld is initieert de detectie van de synchronisatiepuls 402 door de synchronisatiedetector 27 de omzetter 31, zodat de akoestische

30 signatuur omgezet zal worden in digitaal formaat als weergegeven door figuur 4b. Zoals weergegeven in figuur 4b wordt de synchronisatiepuls 402 ook gebruikt om een golfvorm met een constante helling 403 te produceren, hetgeen een nauwkeurig eerste referentiepunt mogelijk maakt om de snelheid of looptijd te berekenen. Het eerste referentiepunt (T_0) 404 zal het

35 punt zijn, waar de constante helling 403 het nulspanningreferentieniveau 407 kruist en zal gevonden worden door het laatste positieve monster 405

voor het kruisen van het nulspanningreferentieniveau 407 te bepalen en door het eerste negatieve monster 406 na het kruisen van het niveau 407 te bepalen. Interpolatie tussen 406 en 407 geeft het punt (T_0) 404 als het punt om de tijdmeting voor de signatuur die bewerkt wordt te starten.

Weer verwijzende naar figuur 4b en figuur 5 wordt de gedigitaliseerde signatuur, die een karakteristieke vorm bezit, gecontroleerd om het negatieve monster 408 te vinden. Het negatieve monster 408 zal het laatste negatieve monster zijn voordat het ontvangen akoestische signaal de nulspanningreferentie 407 kruist. De monsters worden dan gecontroleerd voor detectie en meting van het eerste positieve monster 409 na het kruisen van de nulspanningreferentie 407. Met de monsters 408 en 409 kan het exacte coincidentiepunt 410 tussen de nulspanningreferentie 407 en de eerste aankomst 411 gevonden worden door interpolatie en dit geeft het tweede meetpunt T_1 voor de onder bewerking zijnde signatuur. De akoestische looptijd voor deze bepaalde ontsteking van een zender is dus de tijd vanaf het eerste referentiepunt (T_0) 404 tot het eerste meetpunt (T_1) 410. Het proces wordt herhaald voor elke opeenvolgende zenderontsteking om een tijdmeting te verschaffen voor elke zenderontsteking, die dan gebruikt kan worden voor het berekenen van de gemiddelde looptijd zoals hierboven verklaard is.

Voordat het meetpunt 410 geaccepteerd zal worden als een echt meetpunt, moet de eerste aankomst 411 voldoen aan bepaalde criteria. De eerste aankomst 411 wordt gecontroleerd om te bepalen of hij binnen een voorgekozen amplitudebereik valt. De piekamplitude wordt berekend op dezelfde wijze als het tijdmeetpunt en kan begrepen worden aan de hand van figuur 4c. De eerste aankomst wordt geanalyseerd voor het laatste monster op de positieve helling 412 en het eerste monster 412 en 413 geeft het piekspanningspunt. Dezelfde analyse wordt uitgevoerd op de tweede aankomst 414 om redenen, die hierna in bijzonderheden verklaard zullen worden. Verder wordt de eerste aankomst 411 gemeten om te bepalen of het aantal aanwezige monsters zich boven een minimum te voren bepaald aantal bevindt en onder een maximum te voren bepaald aantal, waardoor verzekerd wordt dat de aankomst 411 een gewenste vorm en afmeting heeft. Door te bepalen dat de eerste aankomst 411 voldoet aan de vastgestelde

kriteria wordt verzekerd, dat het meetpunt 410 niet een produkt van parasitaire ruis is.

Wanneer de amplituden van de eerste aankomst 412 en de tweede aankomst 414 bepaald zijn, worden de spanningen gecombineerd om het regelsignaal 45 van figuur 3 te produceren dat gebruikt zal worden om de amplitude te verstellen voor de volgende akoestische signatuur, die geproduceerd wordt door het identieke zender-ontvangerpaar. Zoals vermeld is zal de versterker 28 versteld worden om de amplitude van de akoestische signatuur voor een betrouwbare bewerking te optimaliseren.

In de voorkeursuitvoering is het wenselijk om een maximum ruisimmunititeit te hebben, zodat de nauwkeurigst en betrouwbaarst mogelijke tijdmeting uitgevoerd kan worden. Om dit doel te verkrijgen wordt een ruisuitstootpoort gebruikt. Nadat het meetpunt 410, dat het nulkruisingspunt genoemd wordt bepaald is, wordt een voorgekozen tijdwaarde afgetrokken van het nulkruisingspunt 410. Bij de volgende periode van hetzelfde zender-ontvangerpaar zullen alle monsters na het eerste referentiepunt (T_0) en voor het nulkruisingspunt minus het voorgekozen tijdinterval verwaarloosd worden. In feite wordt er een ruisimmunitieitpoort gecreeerd, die direkt na de meting van het eerste referentiepunt effectief wordt en die eindigt juist voor het nulkruisingsmeetpunt. Elke ruis die aanwezig kan zijn om de akoestische signatuur na het eerste referentiepunt en voor het einde van de ruisimmunitieitpoort, zal de tijdmeting niet beïnvloeden. Opgemerkt wordt dat de ruisimmunitieitpoort een constant tijdinterval vertegenwoordigt, afgetrokken van het nulkruisingspunt, hetgeen resulteert in het feit dat de ruisimmunitieitpoort constant varieert in de tijd in relatie tot het eerste referentiepunt. Door de ruisimmunitieitpoort afhankelijk te doen zijn van de formatiesnelheid wordt verzekerd, dat de eerste aankomst 411 niet over zal kruisen naar een punt binnen de ruisimmunitieitpoort, waar hij als ruis uitgestoten zal worden of zo ver weg van het einde van het ruisimmunitieitinterval zal bewegen, dat de ruisuitstootfunctie verloren gaat, zoals het geval zal kunnen zijn wanneer een ruisimmunitieitpoort afhankelijk is van het eerste referentiepunt zoals in de bekende techniek.

Zoals vermeld is wordt de gehele akoestische signatuur omgezet in een digitaal formaat voor de bewerking. Door de complete signatuur te digitaliseren meet de regelaar 40 continu de amplitude om het punt te

bepalen, waar de ontvangen akoestische golfvorm uitgestorven is of verminderd is tot het nulkruisingsreferentieniveau 407, zoals in het algemeen aangeduid bij 415 in figuur 4b. De bepaling dat de gehele ontvangen golfvorm verstreken is maakt de optimalisering mogelijk van het repetitieritme van de zenderontsteking. De ontsteking van de volgende zendercyclus kan in de tijd veranderd worden, zodat kort nadat een ontvangen golfvorm uitgestorven is, de volgende zender gestart wordt. Het veranderen van het zenderrepetitieritme geschiedt door de snelheid te veranderen, waarmee het instrument door een boorput beweegt in het geval van een met de diepte gesynchroniseerde ontstekingsmethode, of de regelaar 40 kan het ontstekingsritme veranderen, wanneer een met de tijd gesynchroniseerde ontstekingsmethode gebruikt wordt. Door het ontstekingsritme van de akoestische zender continu te bewaken en te veranderen, wordt een geoptimaliseerd ontstekingsritme verschaft onafhankelijk van de formatie, die geevalueerd wordt.

7907313

C o n c l u s i e s

1. Werkwijze voor het bepalen van de looptijd van akoestische energie in door een boorput getraverseerde ondergrondse aardmaterialen, gekenmerkt door het produceren van akoestische energie op een plaats binnen de boorput, het detecteren van akoestische energie op een voorgekozen afstand vanaf de plaats waar de akoestische energie geproduceerd wordt, het produceren van een elektrische representatie van de gedetecteerde akoestische energie gerelateerd aan een voorgekozen spanningsniveau, het zenden van de elektrische representatie naar een oppervlakteplaats, het aan de elektrische representatie ontlelen van een digitale representatie van de gedetecteerde akoestische energie, het uit de digitale representatie bepalen van een eerste punt, dat functioneel gerelateerd is aan de produktie van akoestische energie, en een tweede punt dat functioneel gerelateerd is aan de eerste coincidentie van de elektrische representatie van akoestische energie en het voorgekozen spanningsniveau, en het produceren van een indicatie van de snelheid van de akoestische energie over de voorgekozen afstand van de aardmaterialen ten opzichte van het gedeelte van de digitale representatie tussen de eerste en tweede punten.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, gekenmerkt door het uit de digitale representatie produceren van een amplituderegelsignaal, dat functioneel gerelateerd is aan de amplitude van de gedetecteerde akoestische energie.

3. Werkwijze volgens conclusie 1, gekenmerkt door het meten van de expiratie van de akoestische energie, en het produceren van een regelsignaal dat functioneel gerelateerd is aan de gemeten expiratie voor gebruik in het optimaliseren van het ritme van de produktie van akoestische energie.

4. Werkwijze volgens conclusie 1, gekenmerkt door het produceren van een ruisimmunitiepoort, die functioneel gerelateerd is aan het tweede punt van de digitale representatie van de akoestische energie.

5. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de akoestische energie geproduceerd wordt op een van de diepte afhankelijke basis.

6. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het bepalen van het eerste punt bestaat uit het produceren van een signaal met constante helling, dat functioneel gerelateerd is aan de produktie van akoestische energie, en het bepalen van het conincidentiepunt tussen de helling en het voorgekozen spanningsniveau.

7. Apparaat voor het bepalen van de snelheid van akoestische energie binnen een te voren bepaalde afstand van door een boorput getraverseerde aardmaterialen, gekenmerkt door tenminste één akoestische zender voor het produceren van akoestische energie op een plaats binnen de boorput, tenminste één akoestische ontvanger voor het detecteren van akoestische energie op een voorgekozen afstand vanaf de plaats waar de akoestische energie geproduceerd wordt, een inrichting voor het produceren van een elektrische representatie van de gedetecteerde akoestische energie ten opzichte van een voorgekozen spanningsniveau, een inrichting voor het zenden van elektrische representatie naar een oppervlakteplaats, een inrichting voor het omzetten van de elektrische representatie in een digitale representatie van de akoestische energie, een inrichting om uit de digitale representatie een eerste punt te bepalen, dat functioneel gerelateerd is aan de zender die akoestische energie produceert, een inrichting voor het uit de digitale representatie bepalen van een tweede punt, dat functioneel gerelateerd is aan de ontvanger die de geproduceerde akoestische energie detecteert, een inrichting voor het meten van het tijdinterval tussen de eerste en tweede punten om een indicatie te verkrijgen van de snelheid van de akoestische energie over de te voren bepaalde afstand.

8. Apparaat volgens conclusie 7, gekenmerkt door een inrichting om uit de digitale representatie een amplituderegelsignaal te produceren, dat functioneel gerelateerd is aan de amplitude van de gedetecteerde akoestische energie.

9. Apparaat volgens conclusie 7, gekenmerkt door een inrichting voor het bepalen van de expiratie van de ontvangen akoestische energie, en een inrichting voor het produceren van een elektrisch signaal, dat functioneel gerelateerd is aan de expiratie om gebruikt te worden bij het optimaliseren van het ontstekingsritme van de zender.

10. Apparaat volgens conclusie 7, gekenmerkt door een inrich-

ting voor het produceren van een ruisimmunitespoort, die functioneel gerelateerd is aan het tweede punt van de digitale representatie van de akoestische energie.

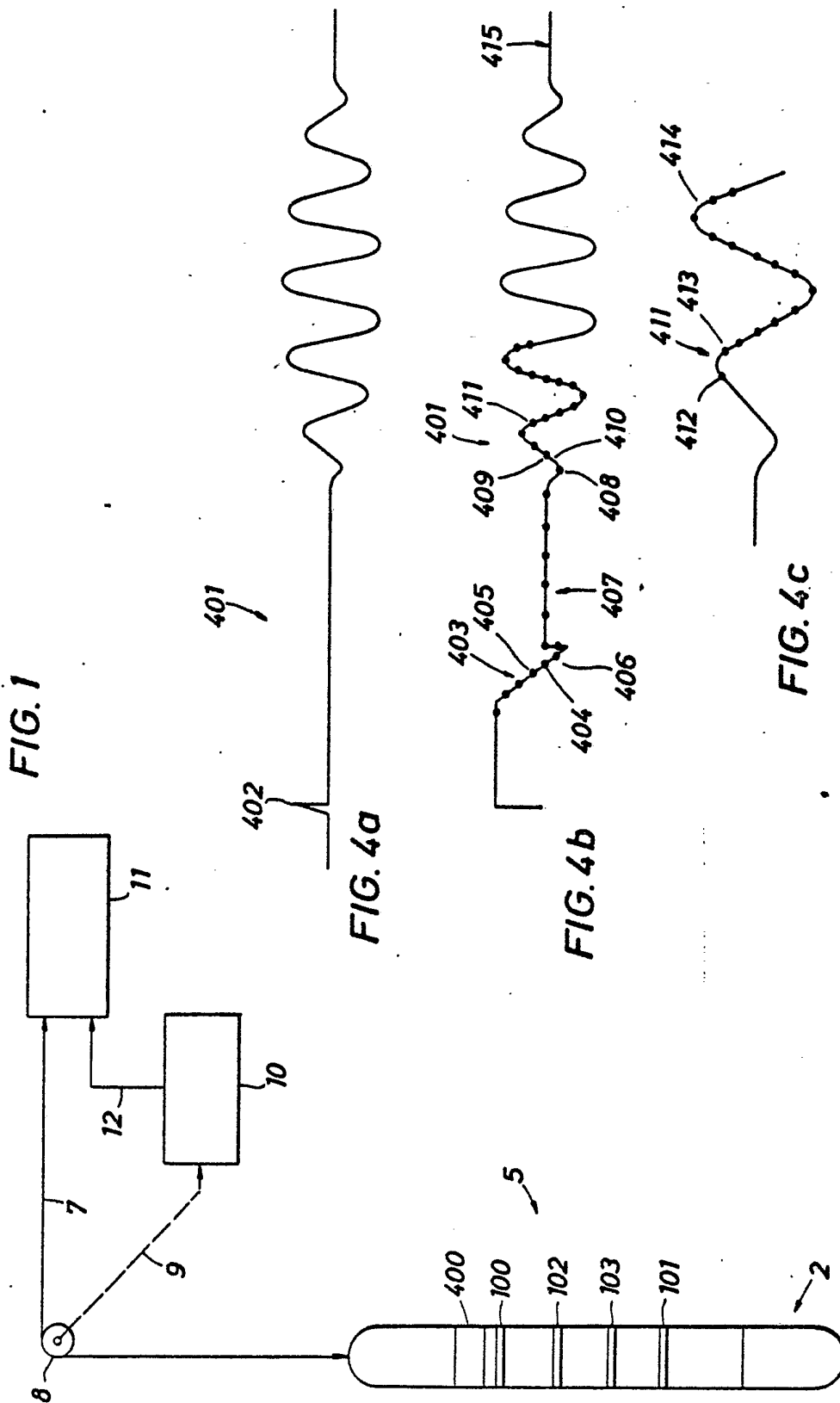
5 11. Apparaat volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat de akoestische zender bekrachtigd wordt op een van de diepte afhankelijke basis.

12. Inrichting in hoofdzaak zoals beschreven in de beschrijving en weergegeven in de tekeningen.

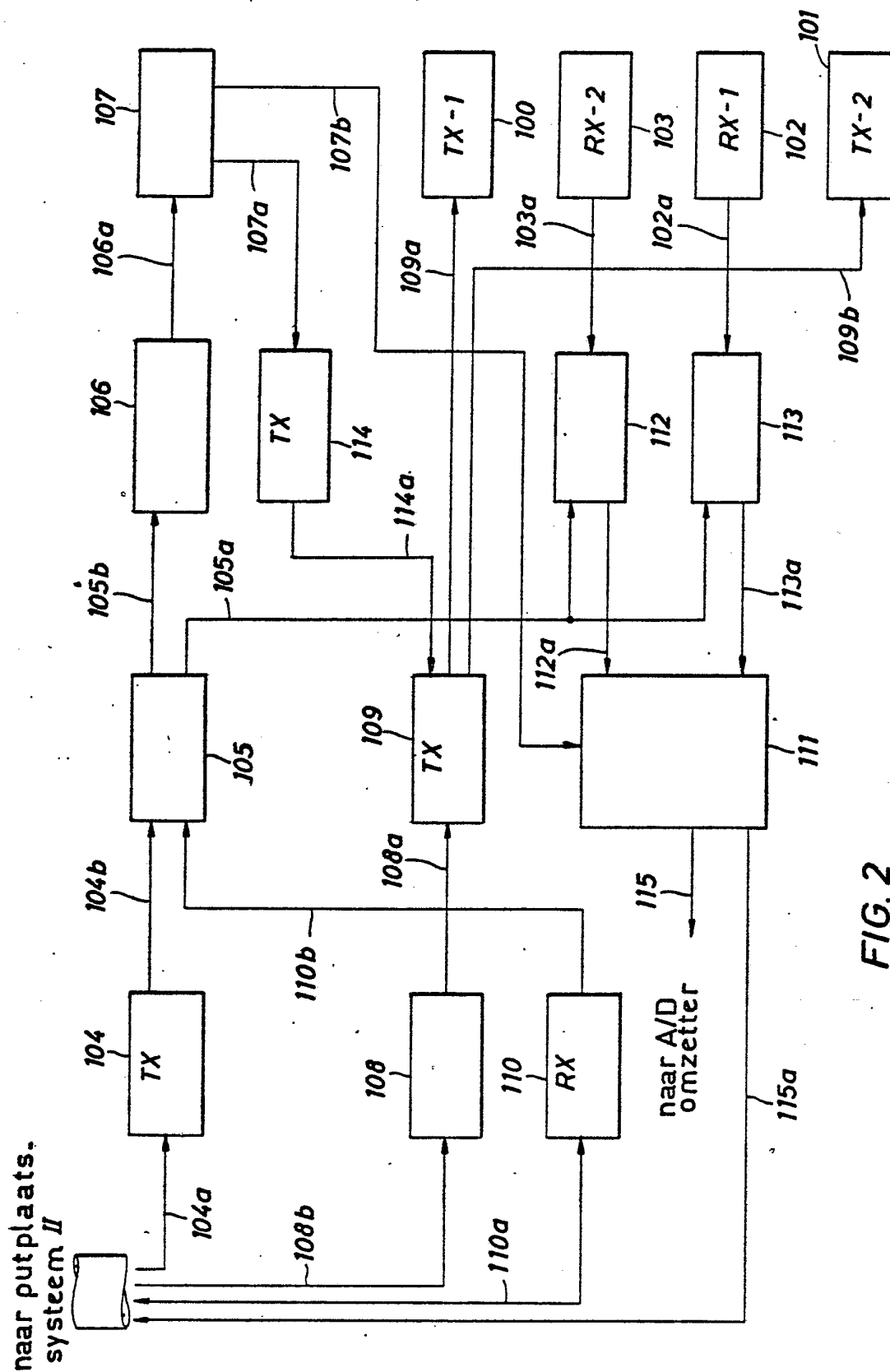
13. Werkwijze als beschreven in de beschrijving.

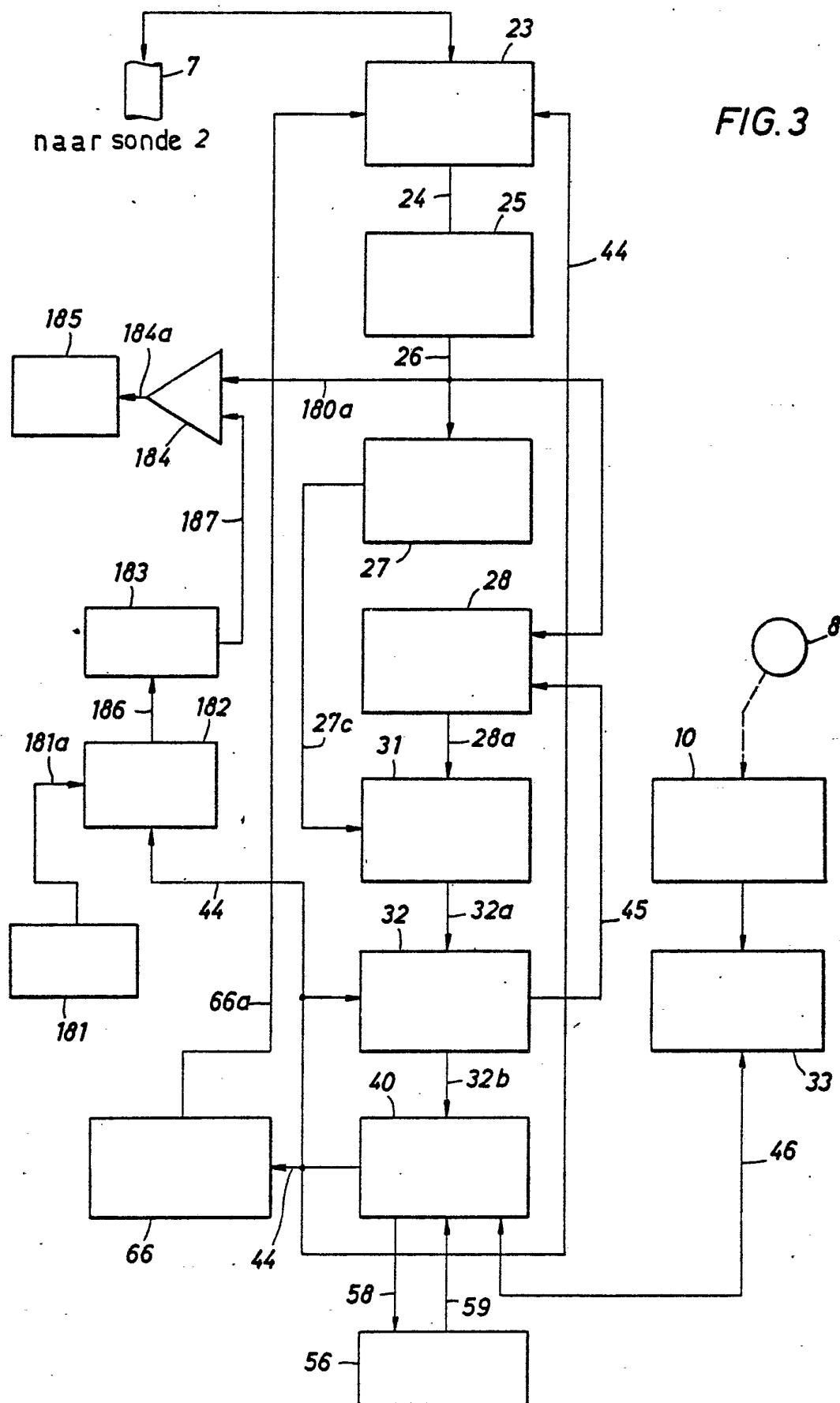
7907313

DRESSER INDUSTRIES, INC., te Dallas, Texas, Ver.St.v.Amerika



DRESSER INDUSTRIES, INC., te Dallas, Texas, Ver.St.v.Amerika





7907313

DRESSER INDUSTRIES , INC., te Dallas, Texas, Ver.St.v.Amerika

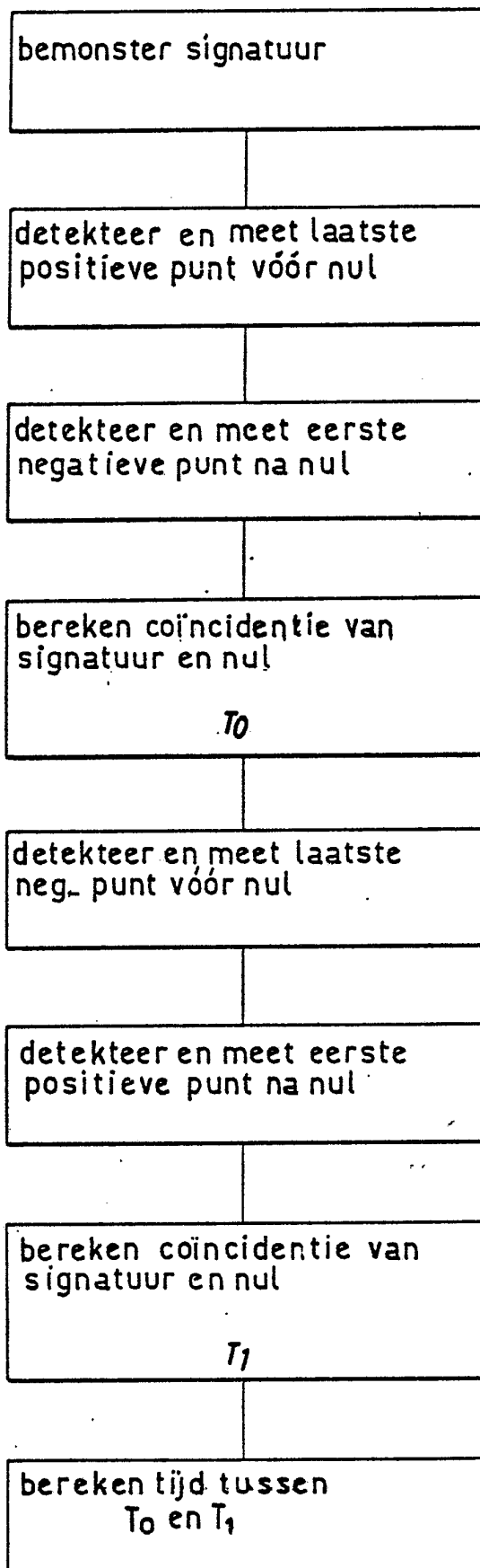


FIG. 5

7907313