
Octrooiraad



Nederland

⑩ A Terinzagelegging ⑪ 7908355

⑲ NL

⑤4 Dubbel gefokusseerde weerstandsmetmethode en inrichting.

⑤1 Int.Cl³: E21B49/00, G01V3/24, G01V3/26.

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. 7908355.

②2 Ingediend 15 november 1979.

③2 Voorrang vanaf 4 december 1978.

③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 966292 .

②3 --

⑥1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 6 juni 1980.

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

Dubbel gefokusseerde weerstandsmetmethode en inrichting.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze en inrichting voor elektrische boorputmeting en in het bijzonder op een werkwijze en inrichting voor het gelijktijdig meten in een boorgat van de specifieke elektrische weerstand van onderaardse formaties, welke
5 zich uitstrekken over betrekkelijk kleine en betrekkelijk grote zijwaartse afstanden vanaf de wand van het boorgat. Nog meer in het bijzonder heeft de uitvinding betrekking op een werkwijze en inrichting, waarbij gebruik wordt gemaakt van lineaire componenten in een onderaardse elektronische keten voor het reduceren van het dynamische
10 gebied van de spanningen en stromen, welke worden gemeten voor het afleiden van verhoudingen, welke een aanwijzing vormen omtrent de optredende specifieke weerstand van de aardformaties rond het boorgat.

Het is in de techniek van elektrische boorgatmeting gebruikelijk elektrische velden te gebruiken, gevormd en ingesteld voor
15 het fokusseren van de stroom, uitgezonden door de elektrode in het boorgat, de stroom te dwingen een baan te volgen beperkt tot een zone, praktisch loodrecht op de wand van het boorgat. Aldus werden de vroegere metingen verkregen door het registreren van de variaties en de verschillen in potentieel, geschikt gekozen en in verband met de
20 stroom door onderaardse formaties en de specifieke elektrische weerstanden van de formaties af te leiden, die zich uitstrekken over betrekkelijk grote zijwaartse afstanden vanaf de wand van het boorgat. Andere soorten fokusseerde de uitgezonden stroom over kortere zijwaartse afstanden, zodat de metingen afgeleid van de gemeten stroom met
25 grotere nauwkeurigheid de specifieke elektrische weerstanden weergaven in de nabijheid van de wand. De invloeden van de vloeistof die het boorgat vult, modderplakken en materialen gelegen op een grote afstand van de wand van het boorgat werden daarbij praktisch opgeheven.

Een bekende inrichting uit het Amerikaanse octrooischrift
30 2.712.630 is gericht op het gebruik van een stelsel van elektroden,

waardoor geregelde elektrische velden, uitgezonden in het boorgat, in een baan loodrecht op de wand daarvan, kunnen worden gefokuseerd zodanig dat de aardformaties op verschillende zijwaartse diepten vanaf de wand van het boorgat worden bepaald.

5 Bij het proberen van het leveren van praktisch gelijktijdige bepaling van de specifieke weerstanden op verschillende zijwaartse diepten, maakt een andere bekende inrichting volgens het Amerikaanse octrooischrift 3.660.775 gebruik van een overeenkomend stel elektroden, verbonden voor het toelaten van schakelelektrodefokussing van de
10 stroom voor het meten van specifieke weerstanden op matige of verre zijwaartse afstanden van het boorgat tegelijk. De inrichting combineert de metingen voor het leveren van een bepaling van de optredende specifieke weerstand van de aardformaties. Commutatie van de signalen tussen stellen van elektroden gedurende het doorlopen van het boorgat
15 door het meetinstrument veroorlooft praktisch gelijktijdige bepaling op matige en verre afstand, van de specifieke weerstanden bij een bepaald zijwaarts gedeelte van het boorgat.

In de laatste tijd is de bekende techniek gericht op een schakeling, welke een paar frequenties gebruikt, geschikt verbonden
20 voor het leveren van het gelijktijdig meten van nabije en verre specifieke weerstanden van de aardformaties. In het bijzonder toont het Amerikaanse octrooischrift 3.772.589 een inrichting van de soort, overeenkomend met die van het bovengenoemde Amerikaanse octrooischrift 2.712.630.

25 Buitendien blijkt uit het genoemde Amerikaanse octrooischrift 3.772.589, dat bij toepassingen van weerstandspuutmeting evenals bij vele meetstelsels, het nodig is de waarde van een parameter te meten binnen een speciale graad van nauwkeurigheid in plaats van een verandering in die parameter te detecteren. De nauwkeurigheid betreffende
30 het onbekende moet worden opgelost en het gebied van de waarden van het onbekende bepaalt de dynamische gebiedseisen van het meetstelsel.

Door het verminderen van de dynamische gebieden van de gemeten parameters, kan verhoogde meetnauwkeurigheden over kleinere meetgebieden.

35 De inrichting volgens het Amerikaanse octrooischrift

3.772.589 veroorlooft dat de brede dynamische gebieden, optredende bij het meten van specifieke formatieweerstanden worden verminderd door het handhaven van constant vermogen voor het opdrukken van de meet-
 5 stromen en spanningen over de formatie. Het stelsel moet echter noodzakelijk berusten op het gebruik van niet-lineaire ketenelementen zoals getekend in het elektronische oppervlaktegedeelte van dit Amerikaanse octrooischrift.

De nadelen van de bekende techniek worden overwonnen door de werkwijze en inrichting voor het gelijktijdig bepalen van de optredende specifieke weerstanden van aardformaties rond een boorgat op nabije en verre afstanden, waarbij gebruik wordt gemaakt van lineaire
 10 ketenelementen, onderling verbonden in een onderaardse elektronische keten, waardoor het dynamische meetgebied van de signalen binnen de omgevende aardformaties wordt verminderd.

De uitvinding is gericht op een werkwijze en inrichting voor het verminderen van het dynamische meetgebied van spanning en stromen, welke worden gemeten nabij het boorgat en welke betrekking hebben op de specifieke weerstand op nabije en verre zijwaartse afstanden vanaf het boorgat, waarbij de metingen worden gebruikt voor het vormen van
 15 verhoudingen voor het bepalen van de optredende specifieke weerstand van de aardformaties rond het boorgat. De inrichting volgens de uitvinding omvat een stelsel van elektroden, in de lengterichting verdeeld langs een meetinstrument, opgehangen vanaf een kabel en geschikt voor het doorlopen van het boorgat. Het stelsel omvat een centrale
 20 elektrode en vier paren van elektroden, welke respectievelijk zijn kortgesloten en symmetrisch op een lijn liggen aan beide zijden van de centrale elektrode op toenemende afstanden daarvan. De eerste twee paren van elektroden gelegen nabij de centrale elektrode, zijn de meetelektroden genoemd en de resterende paren elektroden gelegen op
 25 verdere afstand van de centrale elektroden, worden stroomelektroden genoemd.

Voor het verkrijgen van onafhankelijke gelijktijdige meting van specifieke formatieweerstand op twee verschillende radiale afstanden van het boorgat wordt een twee-frequentiestelsel gebruikt. De
 35 frequenties zijn aangegeven als f_1 en f_2 waarbij f_1 , de laagste van

de twee, wordt gebruikt voor de diepste meting. De werking van de diep-
temeting vereist een inwendige kortsluiting tussen beide stroomelek-
trodeparen bij de frequentie f_1 . Elektrische bekrachtiging voor deze
meting is verbonden tussen de kortgesloten elektrodeparen en een ver-
5 wijderde stroomterugvoerelektrode.

De ondiepe meting vereist, dat de elektrische bekrachtiging
bij de frequentie f_2 wordt verbonden tussen de stroomelektrodeparen.
Impedantie tussen elk van deze twee paren en de verwijderde stroomte-
rugvoerelektrode moet essentieel oneindig zijn bij de ondiepe meetfre-
10 quentie f_2 .

De diepe, metingsbekrachtiging wordt geleverd door een stroom-
versterker met een uitgang verbonden met de kortgesloten stroomelek-
trodeparen en een andere verbonden met de verwijderde stroomterugvoer-
elektrode en levert bekrachtiging in de vorm van een elektrische stroom
15 met de frequentie f_1 . Omdat de stroomversterker een grote essentieel
oneindige uitgangsimpedantie heeft, vormt hij ook een open keten tussen
de twee punten, waaraan zijn uitgangen zijn verbonden. Dit voldoet
aan de impedantie-eis voor de ondiepe, meting bij de frequentie f_2 .

Bekrachtiging voor de ondiepe meting wordt verkregen uit
20 een spanningsversterker, verbonden tussen de twee stroomelektrodeparen.
Bekrachtiging bij een frequentie f_2 is in de vorm van een spanningsver-
schil gevormd tussen de twee elektrodeparen. Aangezien verder de uit-
gangsimpedantie van een spanningsversterker essentieel nul is, werken
de twee paren als een kortsluiting bij de frequentie f_1 zoals vereist
25 voor de diepe meting.

Buitendien is de uitvinding gericht op het verminderen van
de dynamische gebieden van de gemeten parameters. Dit resulteert in
het verhogen van de nauwkeurigheid van metingen, uitgevoerd over een
klein meetgebied voor het gelijkmaken van de nauwkeurigheid, verkregen
30 door het uitvoeren van kleinere metingen over veel grotere gebieden.
Deze vermindering in meetgebied veroorlooft het gebruik van vereen-
voudigde lineaire schakelingen.

Voor het vormen van een aandrijfsignaal voor de stroomver-
sterker wordt dus een eerste referentie gelijkspanning lineair gecom-
bineerd met een signaal representatief voor de gedetecteerde diepe,
35

metingsspanning en het gecombineerde signaal wordt gevoerd door een onderbreker, werkend bij een vooraf gekozen frequentie f_1 voor het leveren van een rechthoeksgolfsignaal bij een frequentie f_1 . Het afnemen van de grondgolf om het rechthoeksgolfsignaal levert een sinus-
 5 vormige aandrijfspanning voor de stroomversterker bij de frequentie f_1 . Verder veroorlooft het mengen van de diepe-metingsspanning met de constante referentiespanning voorafgaand aan het onderbreken dat de signalen variëren voor het leveren van een vermindering in het dynamische gebied van de gemeten signalen.

10 De aandrijfketen voor de spanningsversterker, welke bekrachtiging levert voor de ondiepe meting, is overeenkomend met die, gebruikt bij het vormen van het diepe-metingsaandrijfsignaal, behalve dat een tweede vooraf gekozen frequentie f_2 wordt gebruikt als de onderbrekerfrequentie. Overeenkomstig wordt de grondgolf van het rechthoeksgolfsignaal, geleverd bij de frequentie f_2 , afgenomen en toegevoerd naar de ingang van de spanningsversterkeruitgangstrap. Ook hier vermindert het mengen van de diepe-metingsspanning met een tweede gelijkspanningsreferentiesignaal voorafgaand aan het onderbreken het dynamische gebied van de ondiepe metingen zoals bovenbeschreven voor de
 15 diepe metingen.

20 De uitvinding zal aan de hand van de tekening in het volgende nader worden toegelicht.

Figuur 1 toont schematisch een boorputmeetwerking met een meetinstrument, dat de onderaardse elektronische schakeling volgens de uitvinding bevat.
 25

Figuur 2 toont schematisch de onderaardse elektronische schakeling volgens de uitvinding.

Figuur 3 toont schematisch een aandrijfketen met de spanningsversterker van figuur 2.

30 Figuur 4 toont schematisch een vereenvoudigde schakeling welke de principes van de wet van Ohm aangeeft voor het toelichten van de theorie, gebruikt bij de werkwijze en inrichting volgens de uitvinding.

35 Figuur 5 toont schematisch een geïdealiseerde schakeling voor het handhaven van de evenredigheidsconstante van de ketenbe-

krachtiging.

Figuur 6 toont schematisch een geïdealiseerde schakeling voor het handhaven van de evenredigheidsconstante van de spanningsbekerktiging.

5 Figuur 7 toont schematisch een alternatieve uitvoering van de aandrijfketen en stroomversterker van figuur 5.

Men ziet in figuur 1 een deel van het aardoppervlak 10, waarin een boorgat 12 is geboord, waardoor de onderaardse formatie 14 is doordrongen. Binnen het boorgat is een onderaards instrument 16
10 aangebracht, dat is uitgevoerd om omhoog en omlaag te worden bewogen daarin door middel van een veel-aderige meetkabel 18. De oppervlakte-inrichting omvat een kabeltrommel 20, waarop de meetkabel 18 is gewonden en waarvan hij wordt afgewikkeld wanneer het instrument 16 het boorgat 12 doorloopt. Buitendien omvat de oppervlakte-inrichting
15 een verre-meetontvanger en primaire voedingsbron 22, verbonden met de meetkabel 18 via de trommel 20 door een signaalkabel 24. De vermogensbron voor de aandrijftrommel 20 evenals een meetwiel gebruikt voor het aangeven van de diepte van het meetinstrument 16 in het boorgat 12 door het meten van het aflopen van de kabel 18 zijn gebruikelijk en
20 dus niet aangegeven.

Het essentiële deel van het meetinstrument 16 bestaat uit een onderaards elektronisch stelsel 26, dat signaalopwek- en meetelektronika volgens de uitvinding bevat zoals hierna beschreven. Verder is een elektrodestelsel 28 verdeeld langs de lengte van het instrument
25 16 en omvat een centrale elektrode A_0 en vier elektrodeparen, $M_1 - M_1'$, $M_2 - M_2'$, $A_1 - A_2'$, en $B_1 - B_2$ symmetrisch geplaatst om A_0 zoals aangegeven in figuur 1 en in het bijzonder is beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3.660.755. Zoals daar is aangegeven, wordt elk elektrodepaar kortgesloten door geïsoleerde geleiders 33, 37, 41 en
30 45 respectievelijk, waarvan het doel nader is toegelicht in genoemd octrooischrift. Zoals hierna zal worden toegelicht zijn de centrale elektrode A_0 en de kortgesloten paren welke zich in de lengterichting buitenwaarts uitstrekken daarvan, verbonden met het onderaardse elektronische stelsel 26 via geleiders 57, 56, 55, 54 en 53 respectie-
35 velijk. Buitendien is, zoals hierna zal worden toegelicht, het onder-

aardse elektronische stelsel 26 voorzien van een diepe-meting-verwijderde stroomterugvoergeleider 52, bevestigd aan de bewapende bekleding van de kabel 18 en van een verwijderde spanningsreferentiegeleider 50, welke zich uitstrekt daarvan naar een verwijderd spanningsreferentiepunt 51 gelegen op het aardoppervlak 10.

Men ziet in figuur 2 een schematische weergave van de elektronische ketens van het onderaardse elektronische stelsel 26. Een stroomtransformator 60 is geplaatst voor het monstern van de stroombekrachtiging, geleverd naar de centrale elektrode A_0 via geleider 57. De secundaire spoel van de transformator 60 is verbonden over de ingangen van een versterker 64 waarvan de uitgang is gekoppeld met twee gebruikelijke banddoorlaatfilters 66 en 68. Het banddoorlaatfilter 66 is ontworpen voor het doorlaten van een eerste vooraf gekozen frequentie f_1 en het banddoorlaatfilter 68 dient voor het doorlaten van een tweede vooraf gekozen frequentie f_2 . De signalen met frequenties f_1 en f_2 , gevormd in de filters 66 en 68, worden dan verbonden met fasegevoelige detectoren 70 en 72 respectievelijk. De fasegevoelige detector 70 levert een gelijkspanningssignaal V_{1D} , dat functioneel is verbonden met de stroom getest door de transformator 60 bij de frequentie f_1 . De fasegevoelige detector 72 levert overeenkomstig een gelijkspanningssignaal V_{1S} , dat functioneel is verbonden met de stroom getest door de transformator 60 bij de frequentie f_2 .

De spanningssignalen V_{1D} en V_{1S} zijn dan verbonden met een verre-meetcodeerorgaan/zender 74 via ingangspoorten 76 en 78 respectievelijk. Na het coderen worden de signalen V_{1D} en V_{1S} gevoerd naar het elektronische oppervlaktestelsel 22 over een geïsoleerde geleider 77, welke een deel vormt van de meetkabel 18.

Het elektrodepaar $M_1 - M_1'$ is verbonden met een ingang van een versterker 80 met de tweede ingang verbonden door geleider 50 naar de verwijderde spanningsreferentie 51 gelegen op het aardoppervlak 10. De uitgang van de versterker 80 is gekoppeld met een paar gebruikelijke banddoorlaatfilters 84 en 86, waarbij het filter 84 dient voor het doorlaten van signalen bij de frequentie f_1 en het filter 86 dient voor het doorlaten van signalen bij de frequentie f_2 . De f_1 en f_2 signalen, aldus doorgelaten, zijn verbonden met fasegevoelige

detectoren 88 en 90 respectievelijk. De detector 88 vormt een spanningssignaal V_{2D} met een amplitude functioneel in verband met de spanning bij de frequentie f_1 , gevormd tussen het meetelektrodepaar $M_1 - M_1'$ en de verwijderde spanningsreferentie 51. De detector 90 vormt
 5 een spanning V_{2S} met een amplitude functioneel in verband met de spanning bij de frequentie f_2 , gevormd tussen het meetelektrodepaar $M_1 - M_1'$ en de verwijderde spanningsreferentie 51. De signalen V_{2D} en V_{2S} zijn verbonden met het verre-meetcodeerorgaan/zender 74 via ingangen 94 respectievelijk 92. De signalen worden dan gecodeerd evenals de
 10 signalen uit de detector 70 en 72, voor transmissie over een geleider 93, die ook een deel vormt van de meetkabel 18, en toegevoerd naar de oppervlakte-elektronika 22.

Het spanningssignaal V_{2D} is extra verbonden met een ingang van een versterker 96 met de andere ingang daarvan verbonden met een
 15 eerste gelijkspanningsreferentiebron 100 zodat V_{2D} en de gelijkspanning lineair worden gecombineerd. Het gecombineerde signaal wordt dan gevoerd door een onderbreker 102 voor het afleiden van een rechthoeksgolfsignaal bij de frequentie f_1 . Het rechthoeksgolfsignaal wordt daarna gekoppeld met een smal banddoorlaatfilter 104, dat de grondgolf
 20 afneemt uit het rechthoeksgolfsignaal voor het leveren van een sinusvormig aandrijfsignaal bij de frequentie f_1 . Het aandrijfsignaal f_1 wordt gedrukt op de primaire spoel 108 van een transformator 106 waarbij de secundaire spoel 110 daarvan een uitgangsgeleider heeft, verbonden met een ingang van een versterker 112. De andere uitgangs-
 25 geleider van de secundaire spoel 110 en de andere ingang van de versterker 112 zijn zo verbonden met een serie-uitgangsweerstand 115 dat een stroomversterker 114 wordt gevormd. De uitgangen van de stroomversterker 114 zijn via geleiders 52 en 54 verbonden met de verwijderde stroomterugvoerdraad welke de bewapende bekleding vormt van de meet-
 30 kabel 18 en het stroomelektrodepaar $A_1 - A_2'$. Zoals hierna zal worden toegelicht, wordt het uitgangssignaal uit de stroomversterker 114 ook verbonden met stroomelektrodepaar $B_1 - B_2'$ dat is kortgesloten met het elektrodepaar $A_1 - A_2'$.

Het spanningssignaal V_{2D} is ook lineair gecombineerd in een
 35 versterker 98 met een tweede referentie gelijkspanning, gevormd in een

bron 116 en het resulterende signaal 15 is daarna verbonden via een onderbreker 118 voor het vormen van een rechthoeksgolfsignaal met de frequentie f_2 . Het rechthoeksgolfsignaal wordt dan verbonden via een smal banddoorlaatfilter 120 voor het afleiden van een grondgolf-
 5 signaal daarvan voor het leveren van een sinusvormig aandrijfsignaal, dat is verbonden met een ingang van een versterker 122. De versterker 122 heeft een uitgang, verbonden met de andere ingang in een terugkoppelverbinding voor het vormen van een spanningsversterker 124. De uitgangen van de versterker 122 zijn verbonden met de elektroden $B_1 - B_2'$ en elektroden $A_1 - A_2'$ via geleiders 53 en 54 respectievelijk.

De uitgangsimpedantie van een operationele versterker, verbonden als een spanningsversterkerketen, is essentieel nul, waardoor bij de frequentie f_1 de spanningsversterker 124 werkt als een kortsluiting waardoor de stroomversterker is verbonden tegelijk met $A_1 - A_2'$ en $B_1 - B_2'$ zoals bovengenoemd. Verder heeft een operationele versterker, verbonden als een stroomversterkerketen, een grote essentieel oneindige uitgangsimpedantie, waardoor de versterker 114 een open
 15 keten vormt tussen de elektrodeparen $A_1 - A_2'$ en $B_1 - B_2'$, verbonden met een uitgang van de versterker 114 en de verwijderde stroomterugvoer 52, verbonden met de resterende uitgang van de versterker 114.

De resterende kortgesloten paren elektroden, de meetelektrodeparen $M_1 - M_1'$ en $M_2 - M_2'$, zijn respectievelijk verbonden met een ingang van een hoge-versterkingsversterker 82, waarvan de uitgang is verbonden via de primaire spoel 126 van de transformator 60 met
 25 de centrale elektrode A_0 , waarbij stromen I_{1D} en I_{1S} zijn opgedrukt via de elektrode A_0 naar de omgevende formatie bij de frequenties f_1 en f_2 .

In figuur 3 is de spanningsversterker van figuur 2 in detail aangegeven. Het uitgangssignaal van het filter 120 wordt toegevoerd naar de primaire spoel 132 van de transformator 130 met een
 30 geleider van de secundaire spoel 134 verbonden met een eerste ingang van de versterker 122 en de andere geleider van de secundaire spoel 134 verbonden met het elektrodepaar $A_1 - A_2'$ via een geleider 144. De tweede ingang van de versterker 122 is verbonden met het elektrodepaar $B_1 - B_2'$ via een condensator 125 met een geleider 142. De uitgang
 35

van de versterker 122 wordt toegevoerd aan de primaire spoel 138 van een neerwaartse transformator 136 en de uitgangsgeleiders van de secundaire spoel 140 zijn verbonden met de elektrodeparen $B_1 - B_2'$ en $A_1 - A_2'$ via geleiders 53 en 54 respectievelijk. Een weerstand 141 is verbonden tussen de uitgang en de tweede ingang van de versterker 122 voor het leveren van gelijkspanningsstabiliteit voor de versterker.

De uitgangstransformator 136 wordt gebruikt voor het leveren van een betere aanpassing tussen de uitgangsmogelijkheden van de versterker 122 en de belastingsimpedantie gemeten tussen de elektrodeparen $A_1 - A_2'$ en $B_1 - B_2'$. Buitendien worden de karakteristieken van een ideale spanningsversterker efficiënter verwezenlijkt door het vormen van afzonderlijke terugkoppelgeleiders 142 en 144 tussen de elektrodeparen $A_1 - A_2'$ en $B_1 - B_2'$ en de versterker 122.

Men ziet in figuur 4 een weergave van een keten voor het toelichten van de wet van Ohm. De keten gebruikt een spanningsbron V met een serie-uitgangsweerstand R_0 voor het voeren van een stroom I_a in een weerstand R_a , welke de formatieweerstand aangeeft. Het toevoeren van I_a in R_a vormt een spanning V_a over R_a . R_0 heeft een unieke waarde, welke de minimum en maximum waarde van V_a en I_a zal leveren. Deze unieke waarde van R_a kan worden aangegeven door eenvoudige algebraïsche bewerking om het geometrische orgaan te zijn voor de minimum en maximum waarde van R_a . Aldus is het minimum gebied van V_a en I_a de vierkantswortel van de dynamische gebiedsverhouding van R_a . Indien bijvoorbeeld het aangenomen gebied van R_a is van 1 tot 10.000 Ohm en R_0 is gekozen als 100 ohm, ziet men dat terwijl de objectieve meting van R_a varieert over een gebiedsverhouding van 10.000 tot 1, de dynamische gebiedsverhouding voor I_a en V_a allebei zijn in de orde van 100 tot 1. Aangezien dus de absolute gebieden van waarden I_a en V_a evenredig zijn met veranderingen in V , kan de waarde van de referentiespanning V dus worden gebruikt voor het instellen van deze gebieden om verenigbaar te zijn met de gebiedseisen van de lineaire metingselektronika. Verder zijn de dynamische gebiedsverhoudingen van V_a en I_a onbeïnvloed door veranderingen in V en worden slechts bepaald door de waarde van R_0 .

790 83 55

De dynamische gebiedsverhoudingen van de gemeten variabelen in het tweevoudig gefokusseerde meetinstrument 16 zijn verminderd indien de gemeten spanning en stroom voor zowel de diepe als de ondiepe meting zijn begrensd om te gehoorzamen aan het verband, waaraan wordt voldaan door I_a en V_a in de keten van figuur 4. Buitendien moet deze begrenzing worden uitgevoerd zonder het verbreken van de verbindingseisen voor de tweevoudige meting zoals in het bovenstaande beschreven voor de schakelingen van figuren 2 en 3.

De spanning voor de diepe-meting, welke overeenkomt met V_a , is een spanningsverschil bij de frequentie f_1 tussen het elektrodepaar $M_1 - M_1'$ en de verwijderde spanningsreferentie-elektrode. Dit spanningsverschil is aangegeven met V_{2D} . De stroom voor de diepe-meting, welke overeenkomt met I_a is de stroom I_{1D} bij de frequentie f_1 welke loopt vanaf de elektrode A_0 in de formatie. In plaats van V_{2D} en I_{1D} te dwingen tot een juist verband voor het verminderen van de dynamische gebiedsverhouding, wordt de diepe-metingsbekrachtigingsstroom I_{OD} van de geleider 52 van figuur 2 in plaats daarvan gebruikt. Ofschoon elektronische ketens kunnen worden toegepast om te voldoen aan alle eisen, resulteert aanzienlijke vereenvoudiging indien de stroom-spanningsverbanden bepaald door de keten van figuur 4, slechts bij benadering worden voldaan.

Men ziet in figuur 5 een schematische weergave van een keten voor het regelen van de diepe-metingsbekrachtigingsstroom I_{OD} . Evenals in figuur 2 is een diepe-referentiespanning V_{RD} , welke een vooraf gekozen amplitude heeft, gevormd in de gelijkspanningsreferentiebron 100. Het V_{RD} -spanningssignaal en een $-V_{2D}$ spanningssignaal gevormd in de fasegevoelige detector 88, worden toegevoerd naar een sommeernetwerk 150 met de gecombineerde signaaluitgang daaruit toegevoerd naar de versterker 96. Zoals bekend is, leveren gebruikelijke elektronische versterkers zoals de versterker 96 een somwerking. Echter is in figuur 5 een sommeernetwerk 150 aangegeven om te helpen bij het begrip van de werking van de uitvinding.

Zoals bovenbeschreven wordt het gecombineerde signaal vervolgens toegevoerd naar een onderbreker 102 voor het vormen van een rechtehoeksgolfsignaal bij de vooraf gekozen frequentie f_1 welke een amplitude heeft functioneel in verband met de diepe-metingsspanning V_{2D} . Daarna

wordt het rechthoeksgolfsignaal toegevoerd naar een smal banddoor-
 laatfilter 104 voor het vormen van het gewenste sinusvormige signaal,
 dat dan wordt gevoerd via de primaire spoel 108 van de transformator
 106 voor het vormen van de vereiste spanning $V_{RD} - V_{2D}$ over de secun-
 5 daire spoel 110 daarvan. Het koppelen van de transformatorspanning
 met de stroomversterker 114 levert het vereiste verband, waarbij

$$I_{OD} = R_{OD} = V_{RD} - V_{2D}.$$

Aangezien veranderingen in I_{OD} veroorzaakt door verande-
 ringen in de specifieke formatieweerstand zijwaarts ten opzichte
 10 van het boorgat bij benadering evenredig zijn met overeenkomstige ver-
 anderingen in I_{1D} , wordt de stroom toegevoerd in de formatie vanuit de
 elektrode A_0 bij de frequentie f_1 , een constante van evenredigheid
 aangegeven door K , gecombineerd met de serie-uitgangsweerstand R_{OD}
 zodanig dat het verband vereist door de keten volgens figuur 5 dan
 15 wordt $I_{ID} (KR_{OD}) \approx V_{RD} - V_{2D}$. Waarden in dit verband komen bij be-
 nadering overeen met de waarden, aangegeven bij de discussie van de
 keten van figuur 4 doordat I_{1D} bij benadering I_a is, V_{2D} bij benade-
 ring V_a is, KR_{OD} bij benadering R_0 is en V_{RD} bij benadering V is.
 Men kan dus zien, dat de dynamische gebieden van de stromen en span-
 20 ningen, geregistreerd voor de diepe metingen worden geregeld door de
 parameters V_{2D} en KR_{OD} .

Men ziet in figuur 6 een vereenvoudigde schematische weer-
 gave van de schakeling van figuur 3. Hier wordt weer een gelijkspan-
 ningsreferentiespanning V_{RS} met vooraf bepaalde waarde, welke verschilt
 25 van V_{RD} , geleverd door de referentiebron 116 en toegevoerd naar een
 sommeernetwerk 152. Ook wordt de gelijkspanning $-V_{2D}$ functioneel in
 verband met de amplitude van de gemeten spanning bij de frequentie f_1 ,
 toegevoerd naar het sommeernetwerk 152 met het gecombineerde signaal
 toegevoerd naar de versterker 98. Aangezien zoals boven toegelicht,
 30 het gecombineerde signaal zal worden gebruikt voor het aandrijven
 van een spanningsversterker, wordt het signaal ingesteld voor het le-
 veren van geschikte metingssignaalamplituden. Aldus kan elk geschikt
 middel zoals een spanningsverdelernetwerk worden gebruikt voor het
 instellen van het signaal V_{2D} , met een schaalinstelling weergegeven
 35 door K_1 . Aldus wordt de gemeten gelijkspanning, toegevoerd naar sommeer-

netwerk 152, gelijk aan $-K_1 V_{2D}$. Gebruikelijke elektronische versterkers combineren de sommeer- en versterkerfuncties in een lineaire leiding.

Verder is de verhouding V_{2S}/I_{1S} ongeveer evenredig met de
 5 verhouding V_{2D}/I_{1D} over het grootste deel van het gebied van specifieke formatieweerstandsvariatiën en aangezien de dynamische gebieden van V_{2D} en I_{1D} reeds worden geregeld door de keten van figuur 5, is het slechts nodig om V_{2S} evenredig te hebben met V_{2D} voor het regelen van het dynamische gebied van zowel V_{2S} als I_{1S} . Ofschoon zulk een rege-
 10 ling mogelijk is, is het eenvoudiger om te zorgen dat de ondiepe-metingsbekrachtigingsspanning V_{OS} evenredig wordt met V_{2D} over het gebied van specifieke formatieweerstandsvariatiën, zodat evenredigheid voor V_{OS} gelijkwaardig is met evenredigheid voor V_{2S} .

Men ziet in figuur 6 dat V_{OS} direkt wordt afgeleid uit V_{2D} .
 15 Vanwege de evenredigheid tussen V_{2S} en V_{OS} slechts een benadering is, is het wenselijk het verband tussen V_{OS} en V_{2D} iets te wijzigen door de toevoeging van een kleine hoeveelheid van constante spanning, welke de waarde van V_{RS} vooraf bepaalt. Dit bereikt dichter bij de gewenste evenredigheidswaarde tussen V_{2D} en V_{2S} waardoor regeling van het
 20 dynamische gebied van V_{2S} en I_{1S} is gebonden aan V_{2D} , hetgeen op zijn beurt wordt geregeld door de bovenbesproken schakeling van figuur 5.

Zoals bovenbesproken, wordt het gecombineerde signaal toe-
 gevoerd via de onderbreker 118 en het smalle banddoorlaatfilter 120
 voor het vormen van het vereiste sinusvormige signaal met de ondiepe-
 25 metingsfrequentie f_2 , dat wordt gebruikt voor het aandrijven van de spanningsversterker 124 voor het verkrijgen van een spanningsverschil tussen de elektroden 148 en 146 over de formatieweerstand R_L , hetgeen essentieel $V_{RS} - K_1 V_{2D}$ is. De verhouding V_{2S}/I_{1S} is bij benadering evenredig met de verhouding V_{2D}/I_{1D} over het grootste deel van het ge-
 30 bied van specifieke formatieweerstandsvariatiën. Aangezien de dynamische gebieden van V_{2D} en I_{1D} reeds worden geregeld door de schakeling van figuur 5, is het slechts nodig dat V_{2S} evenredig is met V_{2D} voor het regelen van het dynamische gebied van zowel V_{2S} als I_{1S} en ge-
 bonden aan V_{2D} hetgeen wordt geregeld door de schakeling van figuur 5.

35 Men ziet dus bij figuur 2, dat de bovenbeschreven onder-

linge verbindingen zorgen voor metingen van signalen nodig voor het afleiden van de optredende specifieke formatieweerstand, waarbij de dynamische gebieden zijn verminderd. Als een resultaat kunnen de stromen I_{1D} en I_{1S} , welke worden toegevoerd naar de formatie vanuit de elektrode A_0 en kunnen variëren in overeenstemming met veranderende specifieke weerstanden van de formatie voor het leveren van een nulspanningsverschil tussen kortgesloten elektrodeparen $M_1 - M_1'$ en $M_2 - M_2'$, gemeten worden voor het vormen van spanningssignalen V_{1D} en V_{1S} , welke respectievelijk evenredig zijn met de bovengenoemde uitgangsstromen. Spanningssignalen V_{1D} en V_{1S} zijn verbonden met verre-meetzer/codeerorgaan 74 via ingangspoorten 76 en 78 respectievelijk. Overeenkomstig worden spanningen over de specifieke formatieweerstanden voor zowel de diepe als ondiepe-metingen getest door kortgesloten elektrodepaar $M_1 - M_1'$ met het signaal vergeleken met de verwijderde spanningsreferentie 51 van figuur 1, voor het vormen van diepe en ondiepe spanningen V_{2D} en V_{2S} , welke worden toegevoerd naar de verre-meetzer/codeerorgaan 74 via ingangspoorten 94 en 92 respectievelijk.

Zender/codeerorgaan 74 codeert de ontvangen spanningen V_{1S} , V_{1D} , V_{2S} en V_{2D} en zendt deze via de geleiders 77 en 93 aanwezig in de meetkabel 18 naar de verre-meetontvanger 22 op het aardoppervlak van figuur 1. De ontvangen signalen worden gedecodeerd en verwerkt met gebruikelijke organen.

Men ziet in figuur 7 een alternatieve uitvoering voor het regelen van de dynamische gebiedsverhoudingen van de diepe-metingspanning en stroom. Bij deze uitvoering is de referentiegeleiderspanning V_{RD} weer geleverd door een gelijkspanningsreferentiebron 100. Het signaal V_{RD} is direkt verbonden met een onderbreker 102, welke weer werkt bij de vooraf gekozen diepe frequentie f_1 . De rechthoeksgolf met frequentie f_1 is verbonden met een smal banddoorlaatfilter 104 voor het vormen van de vereiste sinusvormige signaalspanning. Dit signaal wordt dan gekoppeld naar het sommeernetwerk 150 evenals een spanning V_{OD} , welke wordt gevormd tussen de verwijderde stroomelektrode 18 en het elektrodepaar $A_1 - A_2'$. Het spanningssignaal V_{OD} is verbonden met een sommeernetwerk 150 via een banddoorlaatfilter wer-

kend met een frequentie f_1 , zodat de schakeling van figuur 7 voldoet aan het verband $I_{OD} R_{OD} = V_{RD} - V_{OD}$. Ook hier zijn veranderingen in I_{OD} veroorzaakt door veranderingen in de specifieke weerstand van de formatie zijwaarts ten opzichte van het boorgat, bij benadering evenredig met de overeenkomende veranderingen in I_{1D} en de spanning gevormd tussen de verwijderde stroomreferentie-elektrode 18 en het elektrodepaar $A_1 - A_2'$ is bij benadering evenredig met de spanning V_{2D} . Door weer de serie-uitgangsweerstand in evenredigheid te brengen, zoals aangegeven door de evenredigheidsconstante K, wordt het verband beschreven door de schakeling van figuur 7 $I_{1D}(K R_{OD}) \approx V_{RD} - V_{OD}$.

Aldus functioneert deze schakeling voor het verminderen van het dynamische gebied op een wijze overeenkomstig die van figuren 2 en 5, behalve dat de referentie- en regelsignalen worden gesommeerd bij de frequentie f_1 in plaats van bij gelijkspanningsniveaus zoals in het geval van figuren 2 en 5.

Het zal duidelijk zijn dat wijzigingen binnen het kader van de uitvinding mogelijk zijn.

C o n c l u s i e s

1. Werkwijze voor het verminderen van de dynamische gebieden van spanningen en stromen gemeten in een aardformatie door een meet-instrument dat een boorgat daardoor doorloopt en waarbij deze spanningen en stromen direct variëren als de specifieke weerstand van de aardformatie rond het boorgat varieert met de gemeten spanningen en stromen daarna gebruikt voor het afleiden van verhoudingen voor het bepalen van de optredende specifieke weerstand van de aardformaties rond het boorgat, met het kenmerk, dat de aardformatiespanningen en stromen worden gemeten, eerste en tweede bekrachtigingsstromen worden opgewekt met eerste en tweede frequenties (f_1 , f_2) respectievelijk waarbij deze bekrachtigingsstromen een direct verband hebben met een gekozen parameter van tenminste één van de gemeten aardformatiespanningen en stromen, en het opdrukken van de opgewekte eerste en tweede bekrachtigingsstromen op de aardformatie voor het leveren van aardformatiespanningen en stromen, elk functioneel in verband met tenminste één van de genoemde frequenties zodanig dat variaties in de aardformatiespanningen en stromen resulterend uit de variaties in de specifieke weerstand van de aardformatie een vermindering leveren in de dynamische meetgebieden van de aardformatiespanningen en stromen.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de stap van het opwekken van de eerste en tweede bekrachtigingsstromen met de eerste en tweede frequenties bestaat uit de extra stappen van het afleiden van een gelijkspanningsniveau uit de gekozen parameter, het combineren van het afgeleide gelijkspanningsniveau lineair met een eerste referentie gelijkspanning voor het leveren van een eerste combinatiespanning, het combineren van de afgeleide gelijkspanning lineair met een tweede referentie gelijkspanning voor het leveren van een tweede gecombineerde spanning, het afleiden van eerste en tweede sinusvormige signalen bij de eerste en tweede frequenties respectievelijk uit de eerste en tweede combinatiespanningen respectievelijk, en het daarna toevoeren van deze eerste en tweede sinusvormige signalen naar eerste en tweede versterkers voor deze eerste en tweede frequenties voor het opwekken van eerste en tweede bekrachtigingsstromen respectievelijk.

790 83 55

3. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de stap van het versterken van de eerste en tweede sinusvormige signalen het toevoeren omvat van het eerste sinusvormige signaal bij de eerste frequentie, naar een operationele versterker verbonden als een stroomversterkerconfiguratie, en het toevoeren van het tweede sinusvormige signaal met de tweede frequentie naar een operationele versterker verbonden volgens een spanningsversterkerconfiguratie.

4. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de stap van het opwekken van de eerste bekrachtigingsstroom is voorzien van de extra stappen van het opwekken van een referentiewisselspanningssignaal met de eerste frequentie en het daarna afleiden van een wisselspanningssignaal bij de eerste frequentie functioneel in verband met de amplitude van de gekozen parameter, het combineren van dit referentiewisselspanningssignaal en het afgeleide wisselspanningssignaal voor het leveren van een samengesteld wisselspanningssignaal en het toevoeren van het samengestelde wisselspanningssignaal naar een operationele versterker verbonden in een stroomversterkerconfiguratie voor het opwekken van de eerste bekrachtigingsstroom.

5. Inrichting voor het verminderen van de dyanmische gebieden van spanningen en stromen gemeten in een aardformatie door een meetinstrument dat een boorgat daardoor doorloopt, met het kenmerk, dat een aantal elektroden is aangepast voor beweging door een boorgat waarbij de elektroden zijn voorzien van een centrale stroomuitzendings-elektrode, eerste en tweede paren van metingselektroden symmetrisch geplaatst rondom de centrale elektrode en eerste en tweede paren stroomuitzendingselektroden geplaatst symmetrisch ten opzichte van de centrale elektrode en verder daarvan verwijderd dan de metingselektrodeparen, waarbij elk van de elektrodeparen respectievelijk is kortgesloten, organen voor het monstere van elektrische spanningssignalen gevormd tussen het eerste paar metingselektroden en een verwijderde spanningsreferentie-elektrode als resultaat van het detecteren van spanningen en stromen opgedrukt over de verschillende specifieke weerstanden van de aardformaties rond het boorgat, organen voor het opwekken van eerste en tweede bekrachtigingsstromen bij eerste en tweede frequenties respectievelijk in functioneel verband met het gemon-

sterde signaal, organen voor het opdrukken van de eerste opgewekte bekrachtigingsstroom op de aardformatie tussen de eerste en tweede stroomuitzendingselektrodeparen en een verwijderde stroomelektrode-terugvoerbaan voor het leveren van aardformatiestromen functioneel in verband met de eerste frequentie, en organen voor het opdrukken van de tweede bekrachtigingsstroom op de aardformatie in de vorm van een spanningsverschil gevormd tussen de eerste en tweede stroomuitzendingselektrodeparen waarbij het spanningsverschil functioneel in verband is met de tweede frequentie.

10 6. Inrichting volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de eerste bekrachtigingsstroomopwekorganen zijn voorzien van organen voor het afleiden van een eerste gelijkspanningssignaal functioneel in verband met de amplitude van dat deel van het elektrische signaal geleverd door het eerste paar metingselektroden als een resultaat van
15 het detecteren van spanningen en stromen opgedrukt over de verschillende specifieke weerstanden van de aardformatie door de eerste frequentie, een bron van een eerste referentiegelijkspanning, organen voor het combineren van het eerste gelijkspanningssignaal en de eerste referentiegelijkspanning voor het leveren van een eerste gecombineerd
20 signaal, organen voor het afleiden van een eerste sinusvormig signaal bij de eerste frequentie uit het eerste gecombineerde signaal en versterkerorganen aansprekend op het eerste sinusvormige signaal bij de eerste frequentie voor het opwekken van de eerste bekrachtigingsstroom.

25 7. Inrichting volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de tweede bekrachtigingsstroomopwekorganen zijn voorzien van organen voor het afleiden van een tweede gelijkspanningssignaal functioneel in verband met de amplitude van dat deel van het elektrische signaal geleverd door het eerste paar metingselektroden als een resultaat van het detecteren van spanningen en stromen opgedrukt over de verschillende
30 specifieke weerstanden van de aardformatie door de tweede frequentie, een bron voor een tweede referentiegelijkspanning, organen voor het combineren van het tweede gelijkspanningssignaal en de tweede referentiegelijkspanning voor het leveren van een tweede gecombineerd signaal, organen voor het afleiden van een tweede sinusvormig signaal bij de
35 tweede frequentie uit het tweede gecombineerde signaal, en versterker-

790 83 55

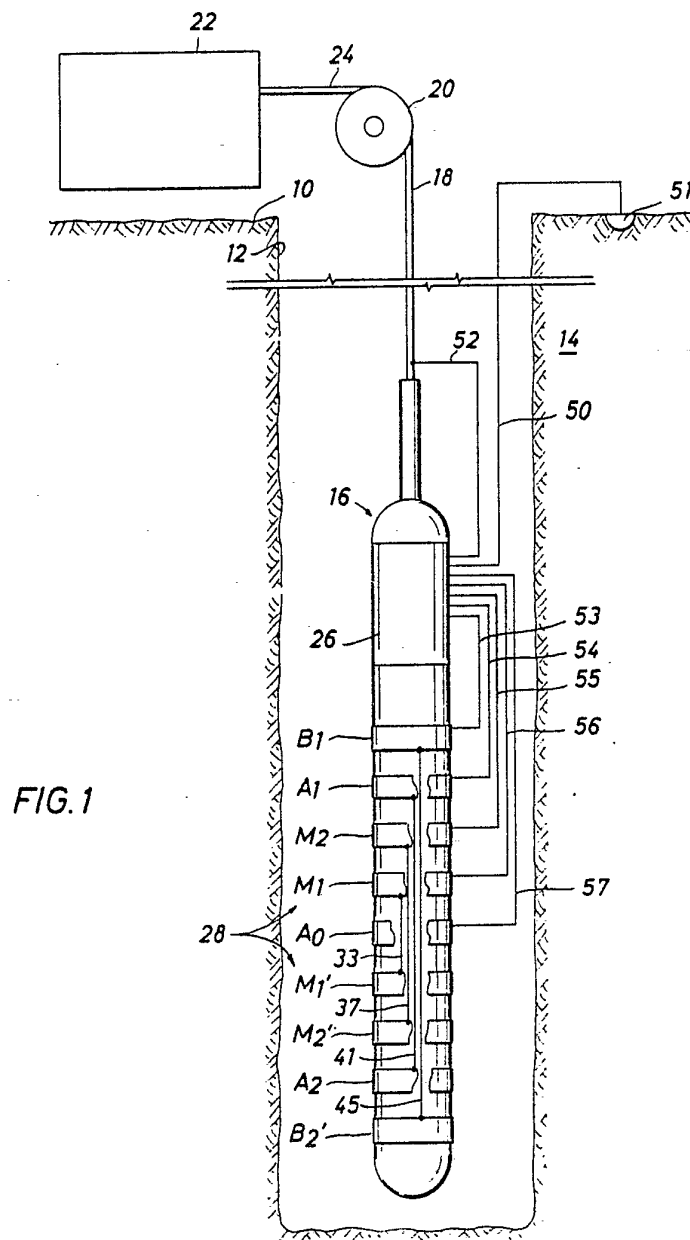
organen aansprekend op het tweede sinusvormige signaal bij de tweede frequentie voor het opwekken van de tweede bekrachtigingsstroom.

8. Inrichting volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de eerste bekrachtigingsstroomopwekorganen zijn voorzien van organen
- 5 voor het afleiden van een eerste wisselspanningssignaal functioneel in verband met de bekrachtigingsstroom opgedrukt op de aardformatie tussen de eerste en tweede stroomelektrodeparen en de verwijderde stroomelektrode bij de eerste frequentie, een bron van eerste referentie-
 10 tegelijkspanning, organen aansprekend op de eerste referentie-
 spanning voor het leveren van een referentiewisselspanningssignaal bij de eerste frequentie, organen voor het combineren van het eerste
 wisselspanningssignaal en het referentiewisselspanningssignaal voor
 het leveren van een samengesteld wisselspanningssignaal, en versterker-
 organen aansprekend op het samengestelde sinusvormige signaal bij de
 15 eerste frequentie voor het opwekken van de eerste bekrachtigingsstroom.

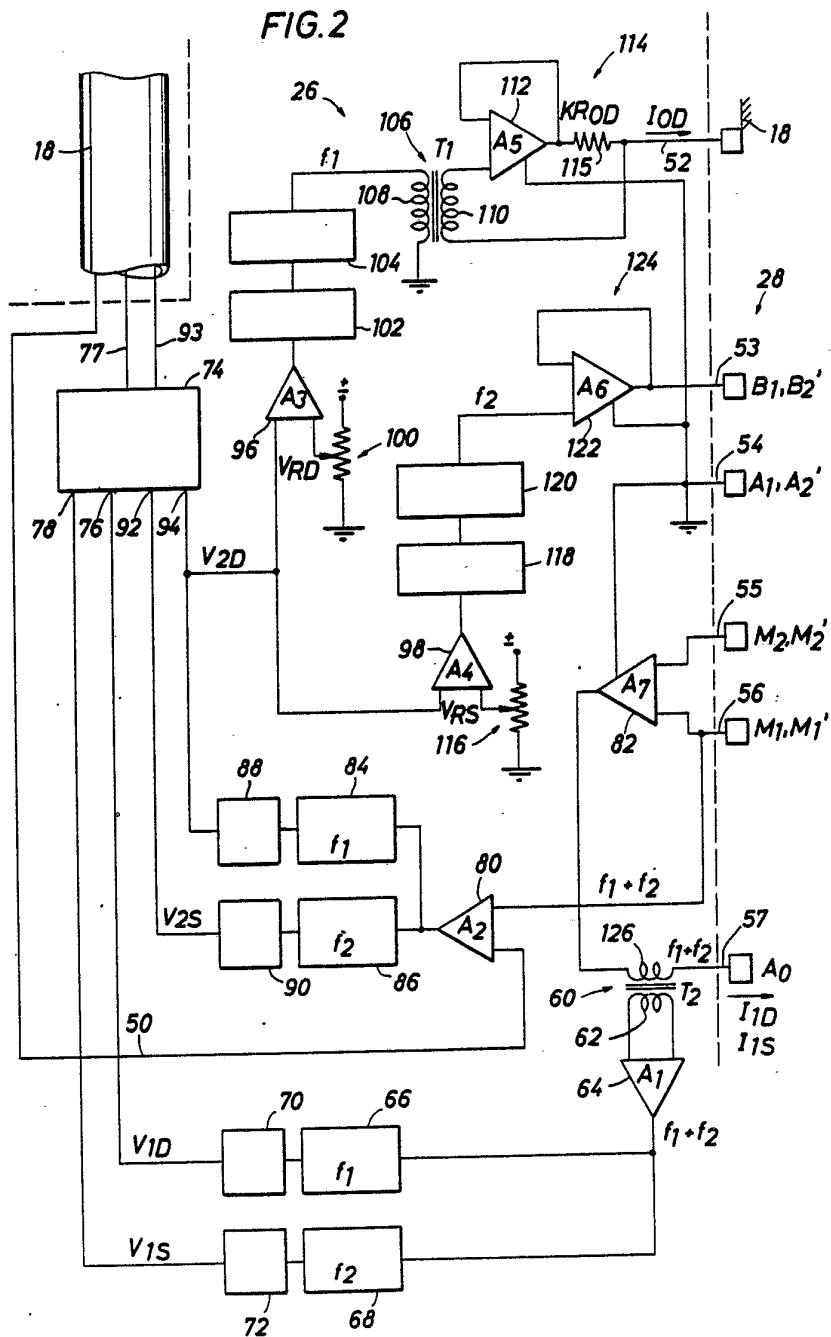
9. Inrichting volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat de organen voor het opdrukken van de eerste en tweede opgewekte bekrachtigingsstromen door de aardformatie zijn voorzien van een eerste operationele versterker verbonden in een stroomversterkerconfiguratie en met een eerste uitgang verbonden met de verwijderde stroom-
 20 elektrodeterugvoerbaan en een tweede uitgang verbonden met het eerste paar stroomuitzendingselektroden, en een tweede operationele versterker verbonden als een spanningsversterkerconfiguratie en met een eerste uitgang verbonden met het tweede paar stroomuitzendingselektroden
 25 en een tweede uitgang verbonden met het eerste paar stroomuitzendingselektroden.

10. Werkwijze en inrichting in hoofdzaak zoals beschreven in de beschrijving en/of weergegeven in de tekening.

7908355



790 83 55



7908355

FIG.3

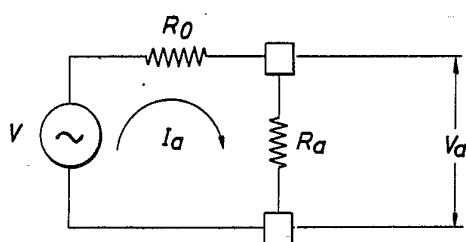
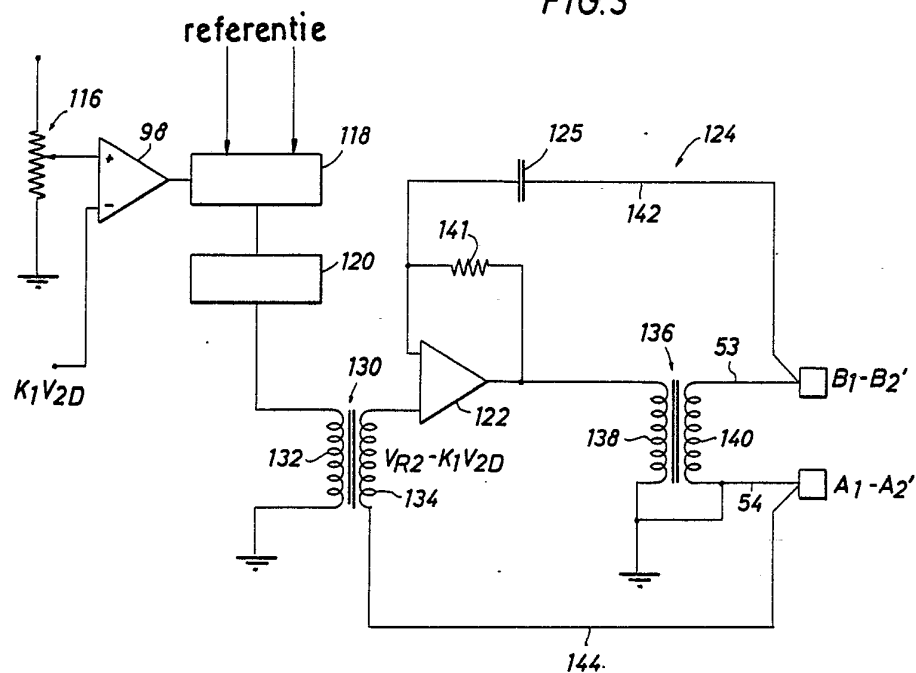


FIG. 4

7908355

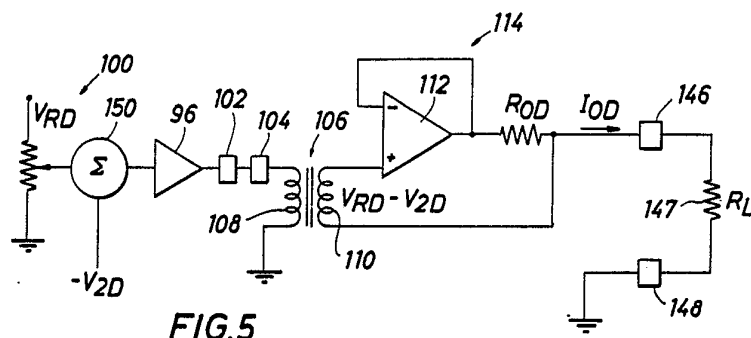


FIG.5

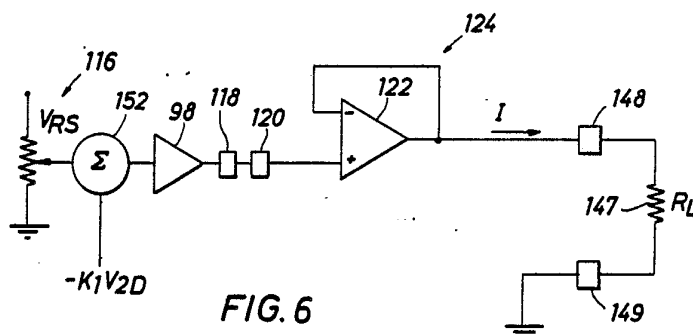


FIG. 6

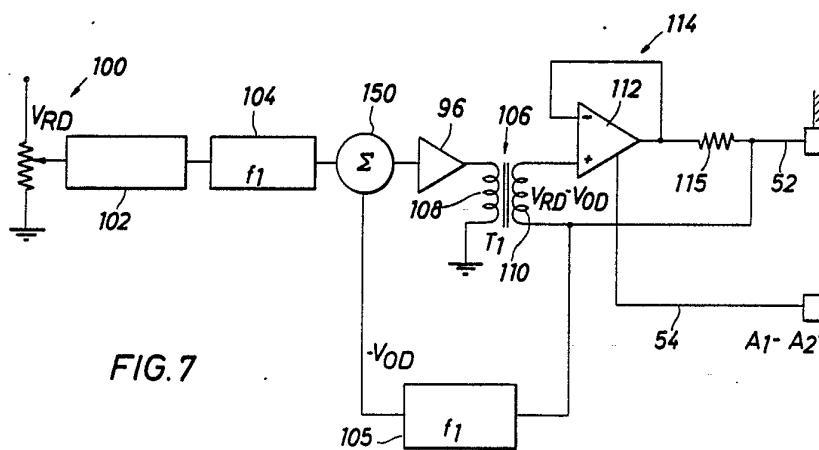


FIG. 7

7908355