



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

259167

(11) B₁

(51) Int. Cl.⁴
G 01 V 3/12

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 26 05 86
(21) PV 3847-86.X

(40) Zveřejněno 15 02 88

(45) Vydáno 20.04.89

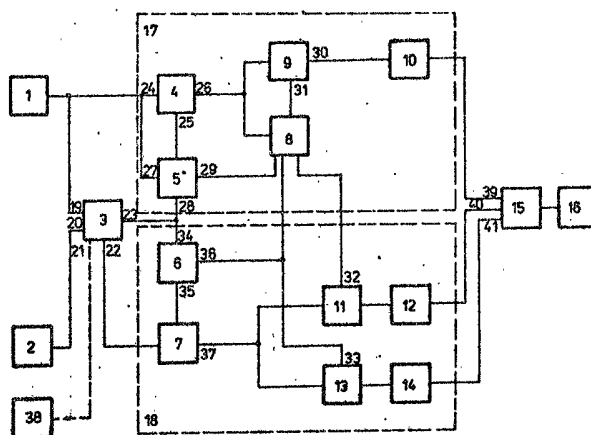
(75)
Autor vynálezu

PAZDERA FRANTIŠEK, BRNO

(54)

Geofyzikální přístroj pro elektromagnetické
profilování metodou velmi dlouhých vln

Jedná se o geofyzikální přístroj pro elektromagnetické profilování metodou velmi dlouhých vln, jehož součástí jsou horizontální anténa a ortogonálně k ní uspořádaná vertikální anténa pro vyhodnocování variací elektromagnetických polí vyvolaných silnými navigačními vysíláči. Účelem vynálezu je přímé měření vektorů magnetického pole, urychlení postupu měření a zvětšení jeho rozsahu, účinnější potlačení šumu a snížení poruchovosti přístroje. Účelu se dosahuje tím, že horizontální anténa je zapojena jednak na hlavní řídicí obvod a první paměťový blok horizontálního kanálu, jednak přes signálový přepínač na synchronní řídicí obvod. Hlavní řídicí obvod je spojen jednak s prvním fázově řízeným detektorem a dále přes první převodník s digitalizačním obvodem, jednak přes fázový závěs, připojený na první fázově řízený detektor, s prvním paměťovým blokem a s fázově řízenými detektory vertikálního kanálu, připojenými přes převodník k digitalizačnímu obvodu. Synchronní řídicí obvod je zapojen mezi druhým paměťovým blokem, připojeným společně s prvním paměťovým blokem k povelovému výstupu signálového přepínače a oběma fázově řízenými detektory.



Vynález se týká geofyzikálního přístroje pro elektromagnetické profilování metodou velmi dlouhých vln, jehož součástí jsou horizontální anténa a ortogonálně k ní uspořádaná vertikální anténa pro vyhodnocování variací elektromagnetických polí vyvolaných silnými navigačními vysílači. Účelem vynálezu je přímé měření vektorů magnetického pole, urychlení postupu měření a zvětšení jeho rozsahu, účinnější potlačení šumu a snížení poruchovosti přístroje.

Elektromagnetickým profilováním se vyhledávají v pravidelném kroku po vytyčeném profilu strmé a lokální odporové nehomogenity, anomálie primárního elektromagnetického pole. Za primární elektromagnetické pole se v geofyzice považuje pole nad horinami o velmi vysokém odporu, zpravidla přes $1000 \Omega \text{ m}$. Primární elektromagnetické pole je blízké polí v absolutně nevodivém prostředí, takže je lze vypočítat. Každá odchylka od teoretického průběhu elektromagnetického pole je považována za anomálii. Anomálie způsobuje sekundární elektromagnetické pole vířivých proudů, indukovaných v lokálních tělesech. Protože v nevodivém okolním prostředí silně převládá magnetická složka pole nad elektrickou, jsou tyto anomálie magnetického typu. Při elektromagnetickém profilování metodou velmi dlouhých vln se využívá elektromagnetických polí, majících zdroj v silných navigačních vysílačkách pracujících v pásmu velmi dlouhých vln. Ve vzdálenosti několika kilometrů od vysílače má vysílačem vyvolané elektrické i magnetické pole horizontální směr. Tam, kde nemá horizontální směr, kde se vyskytuje anomálie účinkem indukovaných vířivých proudů a koncentračních proudů vyvolaných vodivým rušivým tělesem, lze předpokládat výskyt např. kovového rudního tělesa. Nad tímto tělesem vzniká sekundární elektromagnetické pole, které je menší než primární, má obecný směr i bá-

zi a jeho výsledný vektor je elipticky polarizován. Nositelem informace o vodivostních nehomogenitách je vertikální složka sekundárního magnetického pole. Změřit ji vyžaduje změřit určující parametry elipsy polarizace. Proto přístroje pro elektromagnetické profilování metodou velmi dlouhých vln jsou opatřeny horizontální anténou a ortogonálně k ní uspořádanou vertikální anténou. Na horizontální anténě se získává střídavé napětí úměrné horizontální složce magnetického pole a na vertikální anténě střídavé napětí úměrné vertikální složce magnetického pole. V následných elektronických obvodech se signály zpracovávají tak, aby bylo možné zjistit reálné a imaginární části obou složek magnetického pole.

Je známý geofyzikální přístroj pro elektromagnetické profilování metodou velmi dlouhých vln, který měří složky magnetického pole ^{na př. v knize} nepřímou, Mareš S. a kol. "Úvod do užité geofyziky", Praha 1979, str. 341. Místo poměru reálné části vertikální složky k horizontální složce se měří pomocí inklinometru v procentech a v rozsahu ± 100 % úhel mezi vertikální složkou a imaginární částí vertikální složky. Místo poměru imaginární části vertikální složky k horizontální složce se měří v procentech a v rozsahu ± 50 % poměr obou poloos elipsy polarizace. Naměřené veličiny se přitom získávají kompenzační metodou s akustickou indikací vykompenzovaného stavu, a to nastavováním laděných rezonančních obvodů. Při odporovém měření se měří zdánlivý odpor a úhel mezi horizontální složkou magnetického pole a elektrickou složkou.

Nevýhodou známého geofyzikálního přístroje je, že měří složky magnetického pole nepřímou pomocí úhlů. Měření úhlů způsobuje chyby až ± 5 %. Ladění rezonančních obvodů je pro obsluhu přístroje pracné a přitom rezonanční obvody limitují selektivitu a filtraci měřeného signálu od rušivých signálů svou teplotní nestabilitou. Přesnost měření je závislá i na lidském faktoru obsluhy, neboť hodnota vykompenzovaného stavu je ovlivňována poměrem měřeného signálu k šumu. Akustická indikace není jednoznačná a pro operátora psychicky namáhavá, zvláště při vnějším rušení větrem a hlukovým pozadím. Naměřené hodnoty se ručně zapisují, vynášejí do grafů a dále zpracovávají.

Je také známý geofyzikální přístroj pro elektromagnetické profilování metodou velmi dlouhých vln, který měří poměr reál-

né a imaginární části vertikální složky magnetického pole k jeho horizontální složce v rozsahu $\pm 150\%$ a měřený signál je úzkým filtrem zbavován nízkých i vysokých frekvencí. Charakteristickým konstrukčním znakem známého přístroje je oddělený anténní díl od měřicí části přístroje a spojení s ní kabelem.

Nevýhodou druhého známého geofyzikálního přístroje je malý rozsah měření, což činí přístroj nezpůsobilým k měření pro účely stavebního inženýrství. Málo účinnou je i filtrace signálu. Přístroj není vhodný pro měření v husté průmyslové zástavbě, kde je měřený signál rušen harmonickými frekvencemi průmyslového kmitočtu. Kabelové spojení anténního dílu s měřicí částí přístroje je u terénních přístrojů příčinou častých poruch.

Uvedené nevýhody odstraňuje geofyzikální přístroj pro elektromagnetické profilování metodou velmi dlouhých vln, s vertikální anténou a ortogonálně uspořádanou horizontální anténou, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že horizontální anténa a ortogonálně k ní uspořádaná vertikální anténa, zapojené na vstupy signálního přepínače, vyznačený tím, že horizontální anténa je připojena jednak na signálový vstup hlavního řídicího obvodu spojeného signálovým vstupem s fázovým závěsem a s prvním fázově řízeným detektorem, na jehož ovládací vstup je zapojen fázový závěs a jehož signálový výstup je spojen přes první převodník s digitalizačním obvodem, jednak na signálový vstup prvního paměťového bloku, na jehož zpětnovazební vstup je zapojen fázový závěs a k jehož povelovému vstupu, jakož i k povelovému vstupu druhého paměťového bloku je připojen povelovým výstupem signálový přepínač, který je samostatným výstupem spojen synchronním řídicím obvodem, zapojeným na paměťový vstup druhého paměťového bloku, na jehož zpětnovazební vstup je připojen fázový závěs, připojený rovněž na ovládací vstup druhého fázově řízeného detektoru, jakož i na ovládací vstup třetího fázově řízeného detektoru, přitom druhý fázově řízený detektor, zapojený společně s třetím fázově řízeným detektorem na signálový vstup synchronního řídicího obvodu, je spojen přes druhý převodník s digitalizačním obvodem, s nímž je spojen přes třetí převodník i třetí fázově řízený detektor.

Výhodou geofyzikálního přístroje podle vynálezu je, že měří složky magnetického pole přímo a v rozsahu $\pm 200\%$, který

vyhovuje i pro měření k účelům inženýrským. Měřené hodnoty se v krátkých časových intervalech integrují tak dlouho, až jejich změny nepřesahují toleranci $\pm 1 \%$. Doba integrace, a tím i doba měření hodnot magnetického pole závisí na velikosti rušení. Pohybuje se v intervalu 0,5 až 15 sec. Přesnost měření magnetických i elektrických složek je v toleranci $\pm 2 \%$ a přesnost fáze v toleranci $\pm 2^\circ$. Zvýšenou rychlost měření umožňují automaticky dolaďované řídicí obvody, fázová detekce a fázová synchronizace. Použitím fázového závěsu a jím řízených fázových detektorů se zvyšuje selektivita přijímaného signálu a filtrace měřeného signálu od rušivého signálu. Komfort pro obsluhu poskytuje záznamové zařízení, umožňující po stlačení tlačítka ukládat naměřené a vypočítané hodnoty v digitální formě do paměti přístroje. Zabudováním anténního dílu do společné skříně s měřicí částí přístroje se předchází poruchám kabelového propojení.

Příklad konkrétního provedení geofyzikálního přístroje pro elektromagnetické profilování metodou velmi dlouhých vln podle vynálezu je znázorněn na přiloženém výkrese blokovým schématem zapojení přístroje.

Součástí geofyzikálního přístroje podle vynálezu jsou horizontální anténa 1 a ortogonálně k ní uspořádaná vertikální anténa 2. Horizontální anténa 1 je zapojena na první vstup 19 signálového přepínače 3, na jehož druhý vstup 20 je připojena vertikální anténa 2 a na třetí vstup 21 přijímač 38 elektrické složky elektromagnetického pole. Dále je horizontální anténa 1 zapojena na signálový vstup 24 hlavního řídicího obvodu 4 a signálový vstup 27 prvního paměťového bloku 5, spojeného s paměťovým vstupem 25 hlavního řídicího obvodu 4. Signálovým vstupem 26 je hlavní řídicí obvod 4 spojen jednak s prvním fázově řízeným detektorem 9, jednak s fázovým závěsem 8, připojeným na ovládací vstup 31, prvního fázově řízeného detektoru 9, na zpětnovazební vstup 29 prvního paměťového bloku 5 a na ovládací vstup 32 druhého fázově řízeného detektoru 11. První fázově řízený detektor 9 je signálovým výstupem 30 spojen přes první převodník 10 napětí frekvence s prvním vstupem 39 digitalizačního obvodu 15, na nějž je připojen displej 16. Hlavní řídicí obvod 4 s prvním paměťovým blokem 5, fázovým závěsem 8, prvním fázově řízeným detektorem 9 a prvním převodníkem 10 tvoří horizontální kanál 17. Z obdobných obvodů sestává i vertikální kanál 18. Jeho synchronní řídicí

obvod 7 je zapojen na signálový výstup 22 signálového přepínače 3 a na paměťový vstup 35 druhého paměťového bloku 6, na jehož povelový vstup 34, jakož i na povelový vstup 28 prvního paměťového bloku 5, je připojen panelovým výstupem 23 signálový přepínač 3. Signálový výstup 37 synchronního řídicího obvodu 7 je spojen jednak s druhým fázově řízeným detektorem 11 a dále přes druhý převodník 12 napětí frekvence s druhým vstupem 40 digitalizačního obvodu 15, jednak s třetím fázově řízeným detektorem 13 a dále přes třetí převodník 14 napětí frekvence na třetí vstup 41 digitalizačního obvodu 15. K ovládacímu vstupu 33 třetího fázově řízeného detektoru 13, jakož i k zpětnovazebnímu vstupu 36 druhého paměťového bloku 6, je připojen fázový závěs 8.

Magnetickým polem, vzniklým působením navigačního vysílače, se indukuje v anténách 1, 2 elektrický signál. Signál z horizontální antény 1, který je úměrný rovinné vlně, horizontální složce magnetického pole je pokládán za měrný pro definování amplitudy i fáze měrných veličin. V pohotovostním stavu přístroje podle vynálezu, nastaveným signálovým přepínačem 3, je signál přijímaný horizontální anténou 1 a zbavený rušivého signálu průmyslového kmitočtu přiváděn na horizontální kanál 17 do hlavního řídicího obvodu 4 a současně přes signálový přepínač 3 na vertikální kanál 18 do synchronního řídicího obvodu 7. Vertikální anténa 2 je signálovým přepínačem 3 odpojena. Změnou zesílení v řídicích obvodech 4, 7 je možné řídit velikost výstupních napětí na signálových výstupech 26, 37 řídicích obvodů 4, 7. Z hlavního řídicího obvodu 4 přichází signál o 90° posunutý do fázového závěsu 8. Fázový závěs pracuje v rozsahu ± 200 Hz od přijímané frekvence a řídí fázové detektory 9, 11, 13 v obou kanálech 17, 18. Signál z horizontální antény 1 je přiváděn také do prvního paměťového bloku 5, kde je zesílen a usměrněn. Usměrněným stejnosměrným napětím, tzv. chybovým napětím, řídí první paměťový blok 5 sám sebe a automaticky dolaďuje hlavní řídicí obvod 4 na frekvenci přijímaného signálu v rozsahu činnosti fázového závěsu 8, tj. v rozsahu ± 200 Hz od frekvence přijímaného signálu. Automaticky dolaďovaný hlavní řídicí obvod 4 tedy předběžně filtruje přijímaný signál a zlepšuje poměr signál šum. Hlavní filtraci obstarává první fázově řízený detektor 9. Stejnosměrný napěťový signál na signálovém výstupu 30 fázově řízeného detektoru 9, úměrný velikosti přijímaného signálu, je převeden prvním převodníkem 10

na impulzní napětí 0 až 10 V, které odpovídá frekvenci 0 až 10 kHz. Dolaďování, tj. nafázování vertikálního kanálu 18, konkrétně synchronního řídicího obvodu 7 na hlavní řídicí obvod 4 horizontálního kanálu 17 se provádí v druhém paměťovém bloku 6, pomocí chybového napětí posunutého o 90° proti napětí na signálovém výstupu 26 hlavního řídicího obvodu 4. Napětí na signálovém výstupu 37 synchronního řídicího obvodu 7 je rozvětveno na reálnou a imaginární část. Velikost reálné části vertikální složky je získána pomocí druhého fázově řízeného detektoru 11 a jeho stejnosměrná hodnota je převedena druhým převodníkem 12 napětí frekvence na impulsní napětí 0 až 10 V, odpovídající frekvenci 0 až 10 kHz. Obdobně je získána třetím fázově řízeným detektorem 13 a třetím převodníkem 14 velikost imaginární části vertikální složky magnetického pole. Horizontální kanál 17 i vertikální kanál 18 se automaticky dolaďují. Volba vysílače se provádí nastavením fázového závěsu 8 na frekvenci vysílače. Vertikální anténa 2 přitom musí být ve svislé poloze indikovaná libelou. Přístrojem podle vynálezu se otáčí kolem svislé osy a na displeji se sleduje hodnota signálu. V úhlu největšího signálu přijímaného horizontální anténou 2 jsou antény 1, 2 nasměrovány na zvolený vysílač. Signálovým přepínačem 3 se vyřadí z činnosti automatické dolaďování kanálů 17, 18 a na vertikální kanál 18 se připojí vertikální anténa 2. Paměťové bloky 5, 6 udržují nafázování obou kanálů 17, 18 po dobu jedné minuty. Během této doby se na displeji 16 odečtou naměřené hodnoty složek magnetického pole v procentech jejich poměrů, a to poměr reálné části vertikální složky ke složce horizontální a imaginární část vertikální složky ke složce horizontální. Po odečtení hodnot se přestaví signálový přepínač 3 zpět do pohotovostní polohy.

Při měření zdánlivého elektrického odporu je signálovým přepínačem odpojena vertikální anténa 2 a připojen přijímač 38 elektrické složky elektromagnetického pole, sestávající z elektrod a elektrických přízpůsobovacích obvodů na obr. nezakreslených. Elektrody jsou zapíchnuty do země ve vzdálenosti 10 m od sebe ve směru navigačního vysílače. Střídavý signál úměrný elektrické složce elektromagnetického pole je přiváděn do synchronního řídicího obvodu 7. Výstupní napětí na signálovém výstupu 37 synchronního řídicího obvodu 7 je rozloženo na reálnou a imaginární část elektrické složky a digitalizační obvod 15 vypočítává zdánli-

vý odpor podle zakódovaného, obecně známého vzorce z poměrů reálné části elektrické složky k horizontální magnetické složce a imaginární části elektrické složky k horizontální magnetické složce. Na displeji lze odečítat hodnoty zdánlivého odporu a fázový úhel ve stupních.

Geofyzikální přístroj podle vynálezu je využitelný při elektromagnetickém profilování a měření zdánlivého odporu metodou velmi dlouhých vln. Uplatní se především při geologickém mapování.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Geofyzikální přístroj pro elektromagnetické profilování metodou velmi dlouhých vln, jehož součástí jsou horizontální anténa a ortogonálně k ní uspořádaná vertikální anténa, zapojené na vstupy signálního přepínače, vyznačený tím, že horizontální anténa /1/ je připojena jednak na signálový vstup /24/ hlavního řídicího obvodu /4/ spojeného signálovým výstupem /26/ s fázovým závěsem /8/ a s prvním fázově řízeným detektorem /9/, na jehož ovládací vstup /31/ je zapojen fázový závěs /8/ a jehož signálový výstup /30/ je spojen přes první převodník /10/ s digitalizačním obvodem /15/, jednak na signálový vstup /27/ prvního paměťového bloku /5/, na jehož zpětnovazební vstup /29/ je zapojen fázový závěs /8/ a k jehož povelovému vstupu /28/, jakož i k povelovému vstupu /34/ druhého paměťového bloku /6/ je připojen povelovým výstupem /23/ signálový přepínač /3/, který je samostatným výstupem /22/ spojen se synchronním řídicím obvodem /7/, zapojeným na paměťový vstup /35/ druhého paměťového bloku /6/, na jehož zpětnovazební vstup /36/ je připojen fázový závěs /8/, připojený rovněž na ovládací vstup /32/ druhého fázově řízeného detektoru /11/, jakož i na ovládací vstup /33/ třetího fázově řízeného detektoru /13/, přitom druhý fázově řízený detektor /11/, zapojený společně s třetím fázově řízeným detektorem /13/ na signálový vstup /37/ synchronního řídicího obvodu /7/, je spojen přes druhý převodník /12/ s digitalizačním obvodem /15/, s nímž je spojen přes třetí převodník /14/ i třetí fázově řízený detektor /13/.

