



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

218252
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 V 3/02

(22) Přihlášeno 23 06 80
(21) [PV 4426-80]

(40) Zveřejněno 25 06 82

(45) Vydáno 15 02 85

[75]
Autor vynálezu

CETL TOMÁŠ ing., SALUS JIŘÍ ing. CSc., PRAHA,
ZEMAN VLADIMÍR ing., BRNO

(54) Geoelektrická vysílací souprava pro geofyzikální průzkum

1

Předmětem vynálezu je geoelektrická vysílací souprava pro geofyzikální průzkum k výrobě a přeměně trojfázové elektrické energie nízkého napětí na elektrickou energii střídavou i stejnosměrnou malého, nízkého, vysokého i velmi vysokého napětí volitelných parametrů, potřebných pro geofyzikální průzkum geoelektrickými metodami, které využívají indikaci s měřením uměle vytvořeného elektrického pole v zemi, včetně indikace a měření jeho změn v přechodných dějích. Geoelektrické metody tohoto druhu, používané k vyhledávání zemních ložisek paliv, rud a vody jsou: metoda nabitého tělesa, metody odporové s metodou vyvolané polarizace, metody nízkofrekvenční elektromagnetické a metoda přechodných dějů. Vynálezem se řeší možnost aplikace všech jmenovaných geoelektrických metod, jedinou geoelektrickou vysílací soupravou, kdy výstupní napětí až 1000 V, umožňuje vybuzení silného elektrického pole v zemi i v podmínkách velkého zemního odporu. Zároveň se vynálezem řeší požadavek, aby výstupní napětí a proud, kterým se v zemi vybuzuje elektrické pole, byly oproštěny od vyšších harmonických, jež působí rušivě na elektrická sdělovací zařízení. Vynálezem je vyřešeno též galvanické oddělení výstupního budicího obvodu od zdroje elektrické e-

2

nergie, s podproudovou ochranou, kterou se napájení budicího obvodu samočinně vypíná, poklesne-li budicí proud pod stanovenou hodnotu, nebo v případě přerušení venkovního budicího obvodu. Vynálezem se řeší též požadavek, aby v pulzním provozu byl nárůst i pokles výstupního budicího napětí strmý a zároveň aby zatížení zdroje elektrické energie bylo přitom rovnoměrné. Bezkontaktním uspořádáním geoelektrické vysílací soupravy podle vynálezu, se řeší oproštění pulsního provozu od časových zpoždění a nepravidelnosti v časovém sledu budicích pulsů, které ztěžují indikaci a měření vybuzeného elektrického pole v zemi, jsou příčinou chyb v měření a vyhodnocování výsledků, znemožňují dálkové ovládání geoelektrické vysílací soupravy a jsou překážkou k zavedení automatizace do této oblasti geofyzikálního průzkumu.

Dosud známé geoelektrické vysílací soupravy pro geofyzikální průzkum s výstupním budicím výkonem jednotek a desítek kW, mají zdroje elektrické energie buď stejnosměrné nebo střídavé. Elektrickým zdrojem bývá převozná elektrická zdrojová soustrojí se spalovacím motorem. V případě stejnosměrného zdroje, se pohání spalovacím motorem dynamo. V případě střídavého zdroje se pohání spalovacím motorem jedno-

fázový, dvoufázový nebo trojfázový generátor. Metody geoelektrického průzkumu vyžadují, aby výstupní napětí a proud geoelektrické vysílací soupravy, jimiž se v zemi vybuze elektrické pole, měly vhodné parametry, tj. hodnotu napětí a proudu s žádanou polaritou a malé zvlnění, v případě buzení stejnosměrného pole, a navíc vhodnou délku pulsu a mezery mezi pulsy, strmost nárůstu a poklesu napětí v začátku a konci pulsů, které strmost nárůstu a poklesu napětí v začátku konci pulsů, které musí být oproštěny od parazitních přechodných pulsací a frekvencí, v případě buzení pulsujícího pole. Stejnosměrná elektrická energie z dynama neumožňuje transformátorovou přeměnu na vyšší napětí, takže výstupní napětí, je při použití jednoho dynama omezeno asi na 500 V. Zapínání a vypínání výstupních budících pulsů, popř. přepínání jejich polarity, při aplikaci pulsního provozu, se provádí kontaktním přepínačem nebo stykačem. To je provázáno hlukem a mechanickými rázy, kdy dochází k opotřebení mechanických částí, k opalování kontaktů a k poruchám v důsledku obtížného zhasení stejnosměrných výbojů oblouků mezi kontakty. Četnost spínání je omezena časovými konstantami elektromagnetickými a elektromechanickými, použitého systému elektromechanického měniče. Tím je též nepříznivě ovlivněna přesnost doby zapnutí, vypnutí nebo komutace pulsů, což znesnadňuje, popř. znemožňuje synchronizaci s přijímacím a měřicím zařízením. Vytvořením výkonového elektronického měniče stejnosměrného napětí, namísto kontaktního, lze část nedostatků odstranit, ale neřeší se tím potřeba vyššího napětí a neodstraňuje se komutátor a kartáče dynama, které vyžadují častou odbornou údržbu a jsou zdrojem poruch. Geoelektrické vysílací soupravy střídavě jsou řešeny ve dvou základních variantách, a to bez transformátoru nebo s transformátorem. Geoelektrické vysílací soupravy bez transformátoru mají výstupní napětí omezeno asi na 500 V, podobně jako geoelektrické vysílací soupravy stejnosměrné. Regulace výstupního napětí od 0 do 500 V se provádí fázovým řízením tyristorů v bezkontaktním měniči, kde se též uskutečňuje změna polarity s řízením doby poulsu a mezery. Známé převozné geoelektrické vysílací soupravy s transformátorem mají nejvyšší výstupní napětí 800 až 900 V. Nastavení žádaného výstupního napětí se řeší dvěma způsoby, a to odbočkovým transformátorem s přepínačem, nebo transformátorem se stálým transformačním převodem na nejvyšší sekundární napětí, přičemž výsledné výstupní napětí se upravuje směrem „dolů“ fázovým řízením v tyristorovém měniči. V prvním případě se střídavé nízké napětí z elektrického zdrojového soustrojí nejprve transformuje na žádanou vyšší hodnotu. Toto vysoké napětí se pak usměrňuje v diodovém usměrňovači, a pro pulsní provoz se z něho vytváří stejno-

směrné pulsující napětí ve složitém a speciálním tyristorovém pulsním měniči, který musí současně provádět též přepínání polarity, což vyžaduje složité a nákladné komutační obvody. V druhém případě je přeměna střídavého napětí za sekundárem transformátoru, na stejnosměrné pulsující napětí s přepínatelnou polaritou, stejná jako u varianty bez transformátoru. Obě známé varianty s transformátorem, jsou v důsledku složitého fázového řízení tyristorů a nezbytných komutačních obvodů v podmínkách venkovního terénního provozu značně poruchové a geoelektrické vysílací soupravy takto řešené, jsou též zdrojem parazitních vyšších frekvencí napětí a proudu, které působí rušivě na okolní elektrická sdělovací zařízení, takže jejich použití je možné jen v odlehklých neosídlených oblastech.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny geoelektrickou vysílací soupravou pro geofyzikální průzkum podle vynálezu, která se skládá ze dvou hlavních částí, a to z elektrického zdrojového soustrojí se spalovacím motorem a z tyristorového měniče. Spalovacím motorem v elektrickém zdrojovém soustrojí se přímo pohání trojfázový synchronní bezkartáčový generátor nízkého napětí s vyvedeným uzlem satorového vinutí o řádově hodnotě výkonu, jednotek až desítek kW, a kmitočtu stovek Hz, na který je trojfázově, včetně nulového vodiče připojen tyristorový měnič. Ve výkonové větvi tyristorového měniče, která je trojfázově připojena k elektrickému zdrojovému soustrojí, a v níž se uskutečňuje bezkontaktní přeměna dodávané elektrické energie, jsou postupně za sebou zapojeny: hlavní jistič, stykač, tyristorový pulsní spínač, transformátor s přepínačem napětí, čidlo napětí, diodový usměrňovač vysokého napětí, čidlo proudu a přepínač provozu s tyristorovým přepínačem polarity pulsů. Mezi stykačem a tyristorovým pulsním spínačem je z výkonové větve odbočka na tyristorový spínač pomocné zátěže, na který je napojen přepínač pomocné zátěže s pomocnou (odporovou) zátěží. Vedle hlavního trojfázového jističe, je v tyristorovém měniči jednofázový jistič pomocných obvodů. Z transformátoru s přepínačem napětí je odbočka na pomocný usměrňovač ze kterého se napájí přes přepínač provozu, zařízení k ověřování celistvosti výstupního obvodu a signalizace. Na čidlo napětí a na čidlo proudu je připojen blok řízení a podproudivé ochrany, který je napájen z přepínače provozu, a jeho vypínání ochranou je propojeno na stykač. Z bloku řízení a podproudivé ochrany jsou vyvedeny řídicí impulsy na tyristorový pulsní spínač, na tyristorový přepínač polarity pulsů a na tyristorový spínač pomocné zátěže. Z přepínače provozu je vyvedeno blokování pulsního provozu na transformátor s přepínačem napětí, a blokování podproudivé ochrany, při ověřování celistvosti výstupního obvodu, na stykač.

V pulsním provozu se trojfázové napětí přivedené z generátoru přes hlavní jistič a stykač na tyristorový pulsní spínač přemění na pulsní průběh s říditelným pulsem a mezerou. V transformátoru s přepínačem napětí, se trojfázové pulsy transformují na žádanou hodnotu podle stupně nastaveného přepínačem. V diodovém usměrňovači vysokého napětí se trojfázové pulsy usměrní. Přepínačem provozu se volí provoz kladných výstupních pulsů nebo záporných výstupních pulsů, nebo střídajících se kladných a záporných výstupních pulsů. V tom případě se uvádí v činnost připojený tyristorový přepínač polarity pulsů. Zároveň je v činnosti tyristorový spínač pomocné zátěže, který v pulsním provozu zajišťuje odběr elektrické energie z generátoru v období mezery mezi pulsy tak, aby zatížení generátoru bylo rovnoměrné. Všechny tři tyristorové spínače a přepínače tyristorového měniče mají dvouhodnotové řízení, tj. buď zapnuto nebo vypnuto, s přirozenou komutací, bez spojitého fázového řízení, takže tyristorový měnič není zdrojem vyšších harmonických ani parazitních přechodných vysokofrekvenčních pulsních napětí a proudů, které by působily rušivě na elektrická sdělovací zařízení. Přepínačem provozu se kromě volby příslušného pulsního provozu, může zvolit provoz se stálým jednosměrným výstupním napětím žádané hodnoty od 100 do 1000 V, kladné nebo záporné polarity, a též provést přepnutí na zařízení pro ověřování celistvosti výstupního budicího obvodu. Ohmovou metodou se při tom měří malým bezpečným proudem a napětím odpor napojeného budicího obvodu. Při tom je zablokována podproudová ochrana, která při všech ostatních druzích provozu je pohotově připravena vypnout tyristorový měnič stykačem v případě přerušení venkovního budicího obvodu nebo při poklesu výstupního budicího proudu pod stanovenou hodnotu.

Na připojeném výkrese je znázorněn blokovým schématem příklad geoelektrické vysílací soupravy podle vynálezu, skládající se ze dvou hlavních částí a to ze zdroje elektrické energie **A** a z tyristorového měniče **B**.

Zdrojem elektrické energie **A** je např. převodné elektrické zdrojové soustrojí **1** se spouštěcím motorem **M** a trojfázovým synchronním bezkartáčovým generátorem **G**, s vyvedeným uzlem statorového vinutí, $3 \times 400/231$ V, 400 Hz, 10 kVA, z něhož se kabelem napájí tyristorový měnič **B** do bloku **2** jističů, kde je zapojen hlavní trojfázový jistič výkonové větve, a jednofázový jistič pro jistění ostatních obvodů. Trojfázový stykač **3**, který následuje za hlavním jističem ve výkonové větvi, umožňuje provozní zapínání a vypínání měniče zapínacím a vypínacím tlačítkem, znázorněnými v bloku **10** řízení a podproudové ochrany, a též bezpečnostní vypínání měniče, při zapůsobení podproudové ochrany proti přerušení celistvosti vý-

stupního budicího obvodu **m**, nebo při zapůsobení ochrany proti nebezpečnému dotykovému napětí, která se na soupravě realizuje napětovým chráničem, jako ochrana zvýšená, vedle základní ochrany dvojitou, popř. zesílenou nebo přídavnou izolací. Tyristorový pulsní spínač **4** následující ve výkonové větvi za stykačem **3** je řešen jako trojfázový půlřízený měnič napětí s antiparalelním zapojením tyristoru a diody v každé fázi, a je v činnosti jen, je-li přepínačem **7** provozu zvolen některý ze tří možných pulsních provozů. V tom případě se na tyristorovém pulsním spínači **4** přemění přivedené trojfázové napětí na přerušované s volitelnou dobou pulsu a mezery. Takto tvarovaný průběh napětí se přivádí do bloku transformátorů s přepínačem **5** napětí, který je vytvořen odbočkovým transformátorem s přepínačem, a určuje se jím hodnota výstupního napětí měniče, ve zvolených stupních od 100 do 1000 V. Napětí z přepínače **5** napětí se usměrní v diodovém usměrňovači **6**, který je řešen jako trojfázový vysokonapětový diodový usměrňovač v můstkovém zapojení. Přepínačem **7** provozu, na který se přivádí usměrňované napětí se volí jeden ze šesti možných provozů, a to: Ověřování celistvosti výstupního obvodu malým bezpečným napětím a proudem za současného měření odporu výstupního budicího obvodu **m** Ohmovou metodou, přičemž je zablokována podproudová ochrana proti přerušení celistvosti výstupního obvodu spojením **a**, a jsou zablokovány pulsní provoz spojení **b**. Provoz $\oplus$ se stálým výstupním napětím kladné polarity 100 až 1000 V, přičemž jsou zablokovány pulsní provoz spojení **b**. Provoz $\ominus$ se stálým výstupním napětím záporné polarity 100 až 1000 V, přičemž jsou zablokovány pulsní provoz spojení **b**. Pulsní provoz $\oplus$ s kladnými pulsy 100 až 1000 V a říditelnou dobou pulsu a mezery. Pulsní provoz $\ominus$ se zápornými pulsy 100 až 1000 V a říditelnou dobou pulsu a mezery. Pulsní provoz $\oplus$ se střídavými pulsy $\pm$ 100 až 1000 V s říditelnou dobou pulsů a mezery, přičemž je v provozu tyristorový přepínač **8** polarity pulsů, který je řešen jako dvoupólový tyristorový přepínač s přirozenou komutací v době mezery mezi pulsy. Při všech pulsních provezech je v činnosti tyristorový spínač **9** pomocné zátěže řešený jako trojfázový půlřízený můstek s diodou a tyristorem v každé větvi, který s napojeným pětistupňovým přepínačem **11** pomocné zátěže a s pomocnou odporovou zátěží **12** zajišťuje rovnoměrné zatížení elektrického zdrojového soustrojí **1** tím, že se v době mezery pulsy generátor **G** neodlehčí, ale jeho energie se přeměňuje v teplo na odporech pomocné zátěže **12**. Při pulsních provezech se též zavádí řídicí impulsy z bloku **10** řízení a podproudové ochrany v potřebném sledu

signálovými cestami **c**, **d**, **e**, na tyristorové spínače **4** a **9**, popř. na přepínač **8**. Z přepínače **5** napětí se též napájí malým napětím vedením **f** pomocný usměrňovač **13** řešený jako trojfázový diodový můstek, jehož výstupní malé stejnosměrné napětí slouží spojením **g** k napájení signálních obvodů a při poloze **o** přepínače **7** provozu, k ověření celistvosti výstupního obvodu **m** a k měření jeho odporu Ohmovou metodou. Napájení bloku **10** řízení a podproudové ochrany se uskutečňuje z jednofázového jističe v bloku **2** spojením **h** a přes přepínač **7** provozu **7** spojením **i** tak, aby toto napájení bylo zajištěno ve všech polohách přepínače **7** s výjimkou polohy **o**. Při tom blok řízení a podproudové ochrany **10** vyhodnocuje existenci napětí z čidla napětí v přepínači **5**, napětí spojením **j** a proud z čidla proudu **14** spojením **k**. Je-li proud ve výstupním budicím obvodu **m** menší než 100 mA uskuteční se vypnutí podproudovou ochranou spojením **l** prostřednictvím stykače **3**. Tím se realizuje ochrana před nebezpečným dotykovým napětím kdyby neoprávněná osoba přerušila venkovní vedení budicího obvodu **m**.

Znáznorný příklad nevyčerpává možnosti použití odlišných vnitřních zapojení jednotlivých bloků **1** až **13** ani možnost dalšího využití vynálezu pro jiné aplikace. V bloku **4** a **9** lze např. použít namísto půlřízených zapojení celouřizená uspořádání. Namísto transformátoru s přepínačem odboček v přepínači **5** napětí lze použít spojitěho řízení napětí např. regulačním kladičkovým transformátorem, indukčním regulátorem nebo transduktorovým regulátorem. S tím může být též zvýšen výkon, provozova-

cí napětí a proudová zatížitelnost. Úpravou a přepojením přepínače **7** provozu lze zavádět do výstupního budicího obvodu **m** odstupňovaná střídavá napětí např. 400 Hz stálým nebo přerušovaným průběhem s říditelnou dobou pulsu a mezery z přepínače **5**, napětí a využít je např. k aplikaci nízkofrekvenčních elektromagnetických metod geofyzikálního průzkumu. Bezkontaktní elektromagnetické řízení umožňuje přesnou synchronizaci s přijímacím měřicím zařízením v terénu a dává předpoklady k automatizaci geofyzikálního průzkumu. Z bezpečnostního hlediska je realizováno jednak galvanické oddělení vysokého napětí od nízkého ve výkonové větvi transformátorem v přepínači **5** napětí a též kontaktní vypínání výkonové větve stykačem v bloku **3**, které se uskutečňuje zásahem obsluhy tlačítkem nebo samočinně, nezávisle na obsluze, zapůsobením ochrany. Vytvoření elektrického zdrojového soustrojí **I** s trojfázovým synchronním bezkartáčovým generátorem 400 Hz s vyvedeným uzlem statorového vinutí umožňuje, proti obvyklému kmitočtu 50 Hz při stejném výkonu, zmenšení rozměrů a hmotnosti generátoru **G** a transformátoru v přepínači **5** napětí a zároveň se tím řeší požadavek strmého nárůstu i poklesu napětí usměrněných pulsů v pulsních provezech a též požadavek malého zvlnění usměrněného napětí. Vyvedeným uzlem statorového vinutí generátoru **G** se realizuje nulový vodič a tím možnost využití fázového napětí 220 V, 400 Hz v tyristorovém měniči **B** pro pomocné obvody, signalizaci, osvětlení a drobné jednofázové spotřebiče, což je v terénních podmínkách výhodné.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Geoelektrická vysílací souprava pro geofyzikální průzkum vyznačená tím, že na trojfázový synchronní bezkartáčový generátor (**G**) s vyvedeným uzlem statorového vinutí, nízkého napětí o řádové hodnotě výkonu desítek kW o kmitočtu stovek Hz je připojen tyristorový měnič (**B**).

2. Geoelektrická vysílací souprava pro geofyzikální průzkum podle bodu 1, vyznačená tím, že v tyristorovém měniči (**B**) je na dvouhodnotově řízený tyristorový pulsní spínač (**4**), uspořádaný jako trojfázový tyristorový měnič napětí s antiparalelně zapojeným tyristorem a diodou v každé fázi, připojen transformátor s přepínačem (**5**) napětí, na který je připojen diodový usměrňovač vysokého napětí (**6**) v můstkovém trojfázovém zapojení, na jehož stejnosměrný vývod je napojen přepínač (**7**) provozu, na který je též obousměrně připojen tyristorový přepínač (**8**) polarity pulsů v zapojení dvoupólového tyristorového přepínače s přirozenou komutací v době mezery mezi pulsy a dvouhodnotovým řízením, a zároveň

je na přepínač (**7**) provozu připojen dvou-vodičový vývod (**m**) z tyristorového měniče (**B**).

3. Geoelektrická vysílací souprava pro geofyzikální průzkum podle bodu 1, vyznačující se tím, že tyristorový pulsní spínač (**9**) pomocné zátěže je trojfázově napojen k přívodu tyristorového pulsního spínače (**4**), přičemž jeho stejnosměrný výstup je zaveden do vícestupňového přepínače (**11**) pomocné zátěže, na který je připojena pomocná odporová zátěž (**12**).

4. Geoelektrická vysílací souprava pro geofyzikální průzkum podle bodu 1 vyznačená tím, že na spojovacím vedení mezi diodovým usměrňovačem (**6**) vysokého napětí a přepínačem (**7**) provozu je umístěno proudové čidlo (**14**), jehož výstup je připojen na vyhodnocovací člen v bloku (**10**) řízení a podproudové ochrany s vypínacím kontaktem zapojeným do obvodu (**3**) cívky stykače, jehož hlavní kontakty jsou zapojené v přívodu k tyristorovému pulsnímu spínači (**4**).

