

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2010-440

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

H02H 3/20 (2006.01)

H02H 3/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **03.06.2010**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **14.12.2011**
(Věstník č. 50/2011)

(71) Přihlašovatel:

Čermička Jozef Ing. CSc., Nitra, SK

(72) Původce:

Čermička Jozef Ing. CSc., Nitra, SK

(74) Zástupce:

Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Cejl 38, Brno, 60200

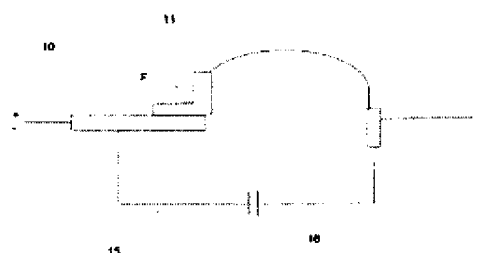
(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob přepětové ochrany stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaických zdrojů elektrického proudu a zařízení pro přepětovou ochranu stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaických zdrojů elektrického proudu

(57) Anotace:

Vynález se týká způsobu přepětové ochrany stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaických zdrojů elektrického proudu, při kterém se v zařízení pro přepětovou ochranu rozpojí proudová dráha v místě (X) záměrného přerušení proudové dráhy. Během rozpojování proudové dráhy v místě (X) se mezi rozpojovanými prvky proudové dráhy omezi hodnota elektrického proudu, čímž se potlačí vznik nekontrolovaného elektrického oblouku mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy. Vynález se také týká zařízení pro přepětovou ochranu stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaických zdrojů elektrického proudu, které obsahuje kontakty (00) pro připojení elektrických vodičů chráněného obvodu. mezi kontakty (00) je uspořádána proudová dráha s alespoň jedním varistorem (1), mezi varistorem (1) a jedním kontaktem (00) je vytvořeno místo (X) záměrného přerušení proudové dráhy s pájeným spojem plochy pevného prvku proudové dráhy a plochy pohyblivého prvku proudové dráhy. místu (X) záměrného přerušení proudové dráhy je přiřazeno teplotně iniciované odpojovací zařízení (3) s odpruženým pohyblivým akčním členem, který na pohyblivý prvek proudové dráhy vyvíjí sílu (F) ve směru paralelně s rovinou pájeného spoje plochy pevného prvku proudové dráhy a plochy pohyblivého prvku proudové dráhy. Místu (X) záměrného přerušení proudové dráhy je paralelně

přiřazen kapacitor (16).



Způsob přepětové ochrany stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaiických zdrojů elektrického proudu a zařízení pro přepětovou ochranu stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaiických zdrojů elektrického proudu

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu přepětové ochrany stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaiických zdrojů elektrického proudu, při kterém se v zařízení pro přepětovou ochranu rozpojí proudová dráha v místě (X) záměrného přerušení proudové dráhy

Vynález se týká zařízení pro přepětovou ochranu stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaiických zdrojů elektrického proudu, které obsahuje kontakty (00) pro připojení elektrických vodičů chráněného obvodu, mezi kontakty (00) je uspořádána proudová dráha s alespoň jedním varistorem (1), mezi varistorem (1) a jedním kontaktem (00) je vytvořeno místo (X) záměrného přerušení proudové dráhy s pájeným spojem plochy pevného prvku proudové dráhy a plochy pohyblivého prvku proudové dráhy, místu (X) záměrného přerušení proudové dráhy je přiřazeno teplotně iniciované odpojovací zařízení (3) s odpruženým pohyblivým akčním členem, který na pohyblivý prvek proudové dráhy vyvíjí sílu (F) ve směru paralelně s rovinou pájeného spoje plochy pevného prvku proudové dráhy a plochy pohyblivého prvku proudové dráhy.

Dosavadní stav techniky
25 Oblast techniky

Je všeobecně známo, že při rozpojování proudové dráhy ve stejnosměrném elektrickém obvodu dochází ke vzniku elektrického oblouku v situaci, kdy jsou splněny základní podmínky minimálního elektrického napětí mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy a minimální hodnoty elektrického proudu v místě rozpojení. Pokud tyto podmínky nejsou splněny, nedojde ke vzniku elektrického oblouku mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy.

Ze spisu DE 10 2007 015 933 (analogie DE 20 2007 018 507) je známo zařízení pro přepětovou ochranu fotovoltaických zdrojů stejnosměrného elektrického proudu, které obsahuje mezi svorkami pro připojení k chráněnému obvodu zařazené spínané jiskřiště a odpojovací jiskřiště. Paralelně k oběma jiskřištím je mezi svorkami pro připojení k chráněnému obvodu zapojen nelineární odporový prvek, který je ve znázorněném příkladu provedení tvořen dvojicí varistorů. Zařízení dále obsahuje řídicí obvod pracující jako koordinační a dohledová jednotka a obsahující řadu dalších součástí.

Nevýhodou tohoto uspořádání je značná složitost a cena zařízení, neboť zařízení vyžaduje použití celé řady součástí, včetně složitého a drahého řídicího obvodu.

Z EP 2 132 752, WO 2006/120522, PCT/IB2010/000528, WO2007/017736 a dalších jsou známa zařízení pro přepětovou ochranu, která využívají varistorů jako nelineárních odporových prvků. Tato zařízení jsou vestavěna do unifikované krabičky montované na standardní unifikovanou montážní lištu. Vnitřní prostor krabičky využitelný pro vestavění všech potřebných prvků je značně omezen. Krabička obsahuje kontakty pro připojení k chráněnému elektrickému obvodu. Mezi kontakty je v krabičce uspořádána proudová dráha, ve které je zapojen alespoň jeden varistor nebo skupina paralelně zapojených varistorů. Kontakty varistoru jsou ploché, přičemž jeden kontakt varistoru je elektricky vodivě spřažen s jedním kontaktem zařízení pro přepětovou ochranu a druhý kontakt varistoru je na své ploše spojen pomocí pájky s protilehlou plochou prvního konce ohebného elektricky vodivého prostředku, čímž je vytvořeno místo záměrného přerušení proudové dráhy. Ohebný elektricky vodivý prostředek je svým druhým koncem elektricky vodivě spřažen s druhým kontaktem zařízení pro přepětovou ochranu. Prvnímu konci ohebného elektricky vodivého prostředku je přiřazen odpružený posuvný prvek, který na první konec elektricky vodivého prostředku vyvíjí sílu F ve směru paralelně s pájkou spojenými plochami druhého kontaktu varistoru a prvního konce ohebného elektricky vodivého prostředku. V důsledku stárnutí varistoru dochází ke stoupání hodnoty relativně malých hodnot elektrického proudu tekoucího varistorem a proudovou dráhou, tedy i přes místo záměrného

přerušení proudové dráhy. V důsledku přepětí pak dochází ke zkratu varistoru, v důsledku čehož teče varistorem a proudovou dráhou, tedy i přes místo záměrného přerušení proudové dráhy, zkratový proud o hodnotách často i desítek ampér. Průchodem elektrického proudu a šířením tepla od varistoru

5 dojde k ohřevu součástí proudové dráhy v místě záměrného přerušení proudové dráhy a dojde k roztavení pájky spojující druhý kontakt varistoru a první konec ohebného elektricky vodivého prostředku, tento pájený spoj ztratí pevnost a první konec ohebného elektricky vodivého prostředku je odpruženým posuvným prvkem odsunut klouzavým pohybem po povrchu druhého kontaktu

10 varistoru a ve směru paralelním s rovinou plochy druhého kontaktu varistoru až do prostoru mimo kontakt s druhým kontaktem varistoru a dojde k přerušení proudové dráhy. Při použití tohoto řešení v obvodech se střídavým napětím nedochází při tomto rozpojení proudové dráhy, při kterém je pohyblivá rozpojovaná součást proudové dráhy postupně urychlována na konečnou

15 rychlost odpojení, přičemž ještě po určitou dobu, kdy se již sice první konec ohebného elektricky vodivého prostředku klouzavě pohybuje za účelem odpojení neustále prochází elektrický proud mezi druhým kontaktem varistoru a prvním koncem ohebného elektricky vodivého prostředku, což je způsobeno přítomností roztavené pájky mezi nepohybujícím se druhým kontaktem varistoru

20 a pohybuujícím se prvním koncem ohebného elektricky vodivého prostředku, ke vzniku elektrického oblouku mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy ani při zkratu varistoru v důsledku přepětí, což je způsobeno především rychlostí, kterou má pohybuující se první konec ohebného elektricky vodivého prostředku v okamžiku přerušení proudové dráhy, kdy velmi rychle narůstá izolační pevnost

25 vzduchové mezery. Od pohybu odpruženého posuvného prvku je také odvozena optická a případně i dálková signalizace stavu zařízení pro přepětiovou ochranu. Při použití tohoto řešení ve stejnosměrných elektrických obvodech však při zkratu varistoru v důsledku přepětí, kdy proudovou dráhou prochází zkratový proud v desítkách ampér, dochází u těchto zařízení ke vzniku

30 nekontrolovaného elektrického oblouku, což je dle bezpečnostních předpisů nepřijatelné. Experimentálně bylo ověřeno, že u těchto zařízení nedochází ke vzniku nekontrolovaného elektrického oblouku při hodnotách proudu v jednotkách ampér, což však nevyhovuje požadavkům praxe.

Je také známo zařízení pro přepětovou ochranu, které obsahuje proudovou dráhu s místem záměrného přerušení, které je vytvořeno jako přepínač proudové dráhy mezi větev s varistorem a zkratovou větev s tavnou pojistkou, kdy ve výchozím stavu je proudová dráha vedena přes větev s varistorem. Dojde-li v místě záměrného přerušení k rozpojení proudové dráhy, vznikne mezi rozpojovanými součástmi proudové dráhy elektrický oblouk a současně se pohyblivá část rozpojované proudové dráhy přesouvá do kontaktu s volným koncem zkratové větve s tavnou pojistkou, načež po spojení pohyblivé části rozpojované proudové dráhy s volným koncem zkratové větve s tavnou pojistkou se varistor zkratuje, zhasne výše uvedený elektrický oblouk a roztavením tavné pojistky se přeruší elektrický proud.

Cílem vynálezu je odstranit nebo alespoň minimalizovat nedostatky stavu techniky u stejnosměrných elektrických vedení, zejména u fotovoltaiických zdrojů elektrického proudu, u kterých v případě zkratu varistoru dosahují protékající proudy hodnoty i desítek A..

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu je dosaženo způsobem přepětové ochrany stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaiických zdrojů elektrického proudu, jehož podstata spočívá v tom, že během rozpojování proudové dráhy v místě (X) se mezi rozpojovanými prvky proudové dráhy omezi hodnota elektrického proudu, čímž se potlačí vznik nekontrolovaného elektrického oblouku mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy.

Podstata zařízení pro přepětovou ochranu stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaiických zdrojů elektrického proudu, spočívá v tom, že místu (X) záměrného přerušení proudové dráhy je paralelně přiřazen kapacitor.

Tento vynález umožňuje jednoduchými a cenově dostupnými prostředky realizovat bezpečné přerušení proudové dráhy v zařízení pro přepětovou ochranu stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména

- fotovoltaických zdrojů elektrického proudu, a to jak při hodnotách proudu pod 10 A i nad 10 A, což vyhovuje požadavkům praxe a požadavkům návrhu (DRAFT) normy prEN 50539-11. Další výhodou je, že pouze po krátkou dobu ohřevu proudové dráhy v místě „X“ protéká zařízením pro přepětovou ochranu elektrický proud a chráněný obvod, např. fotovoltaický zdroj elektrického proudu je po rozpojení proudové dráhy plně funkční. Další výhodou je, že není nutné zařazovat do proudové dráhy zařízení pro přepětovou ochranu pojistku pro stejnosměrný proud, jako je tomu ve stavu techniky, protože pojistka pro stejnosměrný proud včetně držáku je poměrně drahá, takže vynález umožňuje mimo jiné snížit cenu zařízení pro přepětovou ochranu. Další výhodou je, že kapacitor je po celou dobu životnosti zařízení pro přepětovou ochranu bez napětí, čímž se zachovává jeho napěťová zatížitelnost po celou dobu životnosti zařízení pro přepětovou ochranu. Napětí na kapacitoru totiž působí jen od okamžiku rozpojení proudové dráhy v místě X do okamžiku výměny varistorové vložky.

Výhodná provedení vynálezu, zejména konstrukce proudové dráhy zařízení pro přepětovou ochranu, jsou popsána v popise příkladných provedení a jsou předmětem závislých patentových nároků.

20 **Přehled obrázků na výkrese**

- Vynález je schematicky znázorněn na výkrese, kde ukazuje obr. 1 půdorys jednoho uspořádání zařízení pro přepětovou ochranu, obr. 1a příklad jiného uspořádání zařízení pro přepětovou ochranu, obr. 2 příkladné provedení místa X záměrného přerušení proudové dráhy zařízení pro přepětovou ochranu s paralelně přiřazeným kapacitorem, obr. 3a až 3d příkladné provedení místa X s paralelně přiřazeným kapacitorem a dočasným sériovým odporem a jednotlivé fáze součinnosti těchto prvků a obr. 4 časový průběh elektrického napětí a elektrického proudu při způsobu podle vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Způsob přepětové ochrany stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaických zdrojů elektrického proudu, spočívá v tom, že se rozpojuje proudová dráha v místě záměrného přerušení proudové dráhy, přičemž se při tomto rozpojování vytvoří v proudové dráze elektrické podmínky nepříznivé pro vznik nekontrolovaného elektrického oblouku, takže v okamžiku, kdy mezi rozpojovanými prvky proudové dráhy vznikne nenulová mezera, se omezí hodnota elektrického proudu v místě rozpojování, čímž se zabrání vzniku nekontrolovaného elektrického oblouku mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy. Hodnota elektrického proudu v místě rozpojování se omezí v důsledku zvýšení napětí přesměrováním toku elektrického proudu na paralelní proudovou dráhu tvořenou kapacitorem (kondenzátorem či skupinou kondenzátorů). Kapacitor představuje v okamžiku vzniku nenulové mezery mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy pouze nepatrný elektrický odpor, protože napětí na kapacitoru odpovídá stavu před vznikem nenulové mezery mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy a zvyšuje se v závislosti na kapacitě kapacitoru a velikosti proudu. Rychlost vzájemného vzdalování rozpojovaných částí proudové dráhy je přitom tak velká, že průrazná pevnost vzduchové mezery mezi vzájemně se vzdalujícími rozpojovanými částmi proudové dráhy roste rychleji, než napětí na kapacitoru, které roste vlivem nabíjení kapacitoru přitékajícím elektrickým nábojem z přesměrovaného toku elektrického proudu, a toto napětí roste až do výšky maximálního napětí zdroje stejnosměrného elektrického proudu.

Tohoto chování zařízení pro přepětovou ochranu lze dosáhnout vhodnou konstrukcí zařízení pro přepětovou ochranu s příslušným dimenzováním jednotlivých prvků.

Příkladné provedení zařízení pro přepětovou ochranu stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaických zdrojů elektrického proudu, obsahuje krabičku 0, ve které jsou vestavěny jednotlivé funkční prvky zařízení pro přepětovou ochranu. Zařízení pro přepětovou ochranu obsahuje kontakty 00 pro připojení elektrických vodičů chráněného obvodu. Mezi kontakty 00 je v krabičce 0 uspořádána proudová dráha, ve které

je jako ochranný prvek zapojen alespoň jeden nelineární odporový prvek, například varistor 1 nebo skupina paralelně zapojených varistorů 1.

V proudové dráze je uspořádáno místo X záměrného přerušení proudové dráhy. Místo X je ve znázorněném příkladu provedení vytvořeno v místě styku
5 horní plochy spodní elektrody 10 varistoru 1 a spodní plochy prvního konce ohebného elektrického vodiče 11. Obě tyto styčné plochy jsou spojeny pájkou 12. Funkce přerušení proudové dráhy v místě X je realizována teplotně iniciovaným odpojovacím zařízením 3, které je místu X přiřazeno, a které je ve znázorněném příkladu provedení tvořeno odpruženým pohyblivým akčním
10 členem, který vyvíjí na ohebný elektrický vodič 11 sílu F ve směru paralelně s horní plochou spodní elektrody 10 varistoru 1 a spodní plochou prvního konce ohebného elektrického vodiče 11. Síla F je buď vyvíjena přímo ve směru paralelně s horní plochou spodní elektrody 10 varistoru 1 a spodní plochou prvního konce ohebného elektrického vodiče 11 nebo v tomto směru působí,
15 např. díky výrobním odchylkám apod., jako složka celkově působící síly. Síla F po roztavení pájky 12 v důsledku zvýšené teploty varistoru oddálí první konec ohebného elektrického vodiče 11 od spodní elektrody 10 varistoru 1 smykovým působením na roztavenou pájku 12, tj. klouzavým pohybem prvního konce ohebného elektrického vodiče 11 po spodní elektrodě 10 varistoru 1, takže
20 první konec ohebného elektrického vodiče 11 má v okamžiku vzniku nenulové mezery mezi ním a spodní elektrodou 10 varistoru 1 již poměrně vysokou rychlost. Pájka 12 je roztavena a teplotně iniciované odpojovací zařízení 3 je iniciováno teplem, které jednak vyvíjí nelineární odporový prvek (varistor 1) zařazený v proudové dráze, a které je také vyvíjeno průchodem elektrického
25 proudu proudovou dráhou.

Teplotně iniciované odpojovací zařízení 3 je spřaženo s prostředky pro optickou a/nebo dálkovou signalizaci stavu zařízení pro přepětovou ochranu. Pro optickou signalizaci stavu zařízení pro přepětovou ochranu je zařízení opatřeno výkyvnou pákou 4, která je spřažena s teplotně iniciovaným
30 odpojovacím zařízením 3.

Na obr. 2 je proudové dráze zařízení pro přepětovou ochranu v okolí místa X přiřazena paralelní proudová dráha 15 s kapacitorem 16. Kapacitor 16

je paralelně k proudové dráze místem X zapojen mezi spodní elektrodou 10 varistoru 1 a nepohyblivou částí ohebného elektrického vodiče 11 až za prvním koncem ohebného elektrického vodiče 11.

- Na obr. 3a až 3d jsou proudové dráze zařízení pro přepětovou ochranu v
- 5 okolí místa X přiřazeny paralelní proudová dráha 15 s kapacitorem 16 a sériový dočasný odporový prvek P, který má od okamžiku začátku klouzavého rozpojovacího pohybu prvního konce ohebného elektrického vodiče 11 delší dobu vedení elektrického proudu, než je doba vedení elektrického proudu proudovou dráhou přes místo X od okamžiku začátku klouzavého
- 10 rozpojovacího pohybu prvního konce ohebného elektrického vodiče 11, kdy klouzavý rozpojovací pohyb je zahájen po roztavení pájky 12 působením síly F. Na konci spodní elektrody 10 varistoru 1 odlehle od prvního konce ohebného elektrického vodiče 11 je elektricky vodivě připevněn pomocný elektrický vodič 13, který má významně větší elektrický odpor, než mají spodní elektroda 10
- 15 varistoru 1 a ohebný elektrický vodič 11, např. je tvořen páskem z nerezavějící oceli o malé tloušťce. Pomocný elektrický vodič 13 vede kolem spodní plochy spodní elektrody 10 varistoru 1 až do volného prostoru ve vzdálenosti A od hrany spodní elektrody 10 varistoru 1, kde je zakončen kontaktní hranou 130 situovanou ve volném prostoru za prvním koncem ohebného elektrického
- 20 vodiče 11 mimo kontakt s ohebným elektrickým vodičem 11. Vzdálenost A je přitom menší, než je délka prvního konce ohebného elektrického vodiče 11. Mezi pomocným elektrickým vodičem 13 a spodní elektrodou 10 varistoru 1 je, s výjimkou místa připojení pomocného elektrického vodiče 13 ke spodní elektrodě 10 varistoru 1, situována elektrická izolace 14, např. izolační folie.
- 25 Kapacitor 16 je paralelně k proudové dráze místem X zapojen mezi spodní elektrodou 10 varistoru 1 a nepohyblivou částí ohebného elektrického vodiče 11 až za prvním koncem ohebného elektrického vodiče 11.

- Na obr. 3a je znázorněn stav plné funkce zařízení pro přepětovou ochranu bez výskytu poruchového stavu. Pájka 12 je v tuhém stavu a drží první
- 30 konec ohebného elektrického vodiče 11 a spodní elektrodu 10 varistoru 1 u sebe. Na kapacitoru 16 je napětí U_0 .

Na obr. 3b je znázorněn stav, kdy pájka 12 je již roztavena a odpružený pohyblivý akční člen teplotně iniciovaného odpojovacího zařízení 3 již začal odsouvat první konec ohebného elektrického vodiče 11 ve směru působení síly F paralelně s plochou spodní elektrody 10 varistoru 1. První konec ohebného elektrického vodiče 11 se pohybuje postupně narůstající rychlostí, přičemž je stále ještě v elektrickém kontaktu se spodní elektrodou 10 varistoru 1 a nově vstoupil do elektrického kontaktu s kontaktní hranou 130 pomocného elektrického vodiče 13. Na kapacitoru 16 je napětí U_{01} .

Na obr. 3c je znázorněn stav, kdy odpružený pohyblivý akční člen teplotně iniciovaného odpojovacího zařízení 3 již odsunul první konec ohebného elektrického vodiče 11 nadále narůstající rychlostí paralelně s plochou spodní elektrody 10 varistoru 1 zcela mimo elektrický kontakt se spodní elektrodou 10 varistoru 1, přičemž však první konec ohebného elektrického vodiče 11 zůstává v elektrickém kontaktu s kontaktní hranou 130 pomocného elektrického vodiče 13. Na kapacitoru 16 je napětí U_2 . Na obr. 3d je znázorněn stav úplného přerušení proudové dráhy zařízení pro přepětiovou ochranu v místě X, kdy odpružený pohyblivý akční člen teplotně iniciovaného odpojovacího zařízení 3 odsunul první konec ohebného elektrického vodiče 11 zcela mimo elektrický kontakt s kontaktní hranou 130 pomocného elektrického vodiče 13. Na kapacitoru 16 je napětí U_3 .

Funkce zařízení podle obr. 2 je taková, že jakmile dojde k výskytu přepětí, je toto eliminováno průchodem elektrického proudu přes varistor 1, který se tím zahřívá, čímž se otepluje i spodní elektroda 10 varistoru 1. Jakmile se spodní elektroda 10 varistoru 1 oteplí na teplotu tavení pájky 12, tato se roztaví a uvolní pohyb odpruženého pohyblivého akčního členu teplotně iniciovaného odpojovacího zařízení 3 ve směru paralelním s plochou spodní elektrody 10 varistoru 1. Odpružený pohyblivý akční člen začne postupně se zvyšující rychlostí klouzavě posouvat první konec ohebného elektrického vodiče 11 po ploše spodní elektrody 10 varistoru 1, přičemž díky roztavené pájce 12 i nadále prochází mezi prvním koncem ohebného elektrického vodiče 11 a spodní elektrodou 10 varistoru 1 elektrický proud. Jakmile dojde ke vzniku nenulové mezery mezi prvním koncem ohebného elektrického vodiče 11 a

spodní elektrodou 10 varistoru 1, dojde ke zvýšení napětí mezi prvním koncem ohebného elektrického vodiče 11 a spodní elektrodou 10 varistoru 1, čímž se protékající elektrický proud přesměruje do paralelní proudové dráhy 15 s kapacitorem 16, který v tomto okamžiku představuje pouze nepatrný elektrický

5 odpor, protože napětí na kapacitoru 16 odpovídá stavu před vznikem nenulové mezery mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy a zvyšuje se v závislosti na kapacitě kapacitoru 16 a velikosti proudu. Díky klouzavému pohybu prvního konce ohebného elektrického vodiče 11 po ploše spodní elektrody 10 varistoru 1 má tento první konec ohebného elektrického vodiče 11 v okamžiku vzniku

10 uvedené nenulové mezery již dostatečnou rychlost svého pohybu, takže při jeho dalším vzdalování od spodní elektrody 10 varistoru 1 roste vznikající mezera a s ní i její průrazná pevnost rychleji, než roste napětí na kapacitoru 16, které (napětí na kapacitoru 16) roste vlivem nabíjení kapacitoru 16 přitékajícím elektrickým nábojem z přesměrovaného toku elektrického proudu. Toto napětí

15 na kapacitoru 16 roste až do hodnoty maximálního napětí zdroje stejnosměrného elektrického proudu. Při tomto uspořádání nedojde ani při hodnotách elektrického proudu řádově v desítkách ampér ke vzniku nekontrolovaného elektrického oblouku mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy v místě X záměrného přerušení proudové dráhy. Pod pojmem

20 "nekontrolovaný" elektrický oblouk se rozumí déletrvající elektrický oblouk. Experimentálně bylo prokázáno, že při odpojování stejnosměrného proudu v hodnotách desítek Ampér zařízením podle předkládaného vynálezu došlo pouze ke vzniku jiskry mezi prvním koncem ohebného elektrického vodiče 11 a spodní elektrodou 10 varistoru 1 v okamžiku vzniku nenulové mezery mezi

25 prvním koncem ohebného elektrického vodiče 11 a spodní elektrodou 10 varistoru 1. Nekontrolovaný elektrický oblouk nevznikl.

Funkce zařízení podle obr. 3a až 3d je následující. Zařízení je plně funkční, viz. obr. 3a, varistorem 1 neprochází žádný elektrický proud. Nedochozí k žádnému pohybu jednotlivých prvků proudové dráhy. Jakmile

30 dojde k výskytu přepětí, je toto eliminováno průchodem elektrického proudu přes varistor 1, který se tím zahřívá, čímž se otepluje i spodní elektroda 10 varistoru 1. Jakmile se spodní elektroda 10 varistoru 1 oteplí na teplotu tavení pájky 12, tato se roztaví a uvolní pohyb odpruženého pohyblivého akčního

členu teplotně iniciovaného odpojovacího zařízení 3 ve směru paralelním s plochou spodní elektrody 10 varistoru 1. Odpružený pohyblivý akční člen začne postupně se zvyšující rychlostí posouvat první konec ohebného elektrického vodiče 11 po ploše spodní elektrody 10 varistoru 1, přičemž díky roztavené pájce 12 i nadále prochází mezi vzájemně se pohybujícími prvky proudové dráhy, tj. mezi prvním koncem ohebného elektrického vodiče 11 a spodní elektrodou 10 varistoru 1 elektrický proud. Následně dojde k dotyku prvního konce ohebného elektrického vodiče 11 s kontaktní hranou 130 pomocného elektrického vodiče 13, přičemž první konec ohebného elektrického vodiče 11 je stále v elektricky vodivém styku se spodní elektrodou 10 varistoru 1, jak je znázorněno na obr. 3b. Vytvořením elektricky vodivého styku mezi prvním koncem ohebného elektrického vodiče 11 a kontaktní hranou 130 pomocného elektrického vodiče 13 při zachování elektricky vodivého styku mezi prvním koncem ohebného elektrického vodiče 11 a spodní elektrodou 10 varistoru 1 dojde ke skokovému zvýšení elektrického odporu proudové dráhy v místě X, což má za následek, že tok elektrického proudu je přesměrováván přes kapacitor 16, který se nabíjí, napětí $U_{01} \geq U_0$ a proudovou dráhou přes místo X protéká pouze zlomek původní hodnoty elektrického proudu. Dalším posouváním prvního konce ohebného elektrického vodiče 11, obr. 3c, se zruší elektricky vodivé spojení prvního konce ohebného elektrického vodiče 11 a spodní elektrody 10 varistoru 1, takže místo X je rozpojeno, většina elektrického proudu protéká přes kapacitor 16, který se nabíjí, napětí $U_2 > U_{01} \geq U_0$, ale současně je napětí $U_2 < U_{obl}$ (obloukové napětí), takže nedojde ke vzniku nekontrolovaného elektrického oblouku mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy v místě X. Dalším posouváním prvního konce ohebného elektrického vodiče 11, obr. 3d, se zruší i elektricky vodivé spojení prvního konce ohebného elektrického vodiče 11 a kontaktní hrany 130 pomocného elektrického vodiče 13, přičemž pohybující se první konec ohebného elektrického vodiče 11 má takovou rychlost svého pohybu, že izolační pevnost vzduchové mezery mezi prvním koncem ohebného elektrického vodiče 11 a kontaktní hranou 130 pomocného elektrického vodiče 13 rychle roste a nedojde ke vzniku nekontrolovaného elektrického oblouku. Je zřejmé, že u provedení podle obr. 3a až 3d dojde ke zvýšení celkového odporu proudové dráhy, čímž se zvětší

přerozdělení proudu mezi proudovou dráhou v místě X a paralelní proudovou dráhou 15 s kapacitorem 16.

- Jak je vidět z obr. 4, dosáhne se způsobem a zařízením podle tohoto vynálezu účinného omezení podmínek nutných pro vznik (nekontrolovaného) elektrického oblouku mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy, protože při nárůstu napětí dojde k významnému poklesu hodnoty elektrického proudu.

Průmyslová využitelnost

- Vynález je využitelný při přepětové ochraně stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaických zdrojů stejnosměrného elektrického proudu.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob přepětové ochrany stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaických zdrojů elektrického proudu, při
5 kterém se v zařízení pro přepětovou ochranu rozpojí proudová dráha v místě (X) záměrného přerušení proudové dráhy, **vyznačující se tím, že** během rozpojování proudové dráhy v místě (X) se mezi rozpojovanými prvky proudové dráhy omezí hodnota elektrického proudu, čímž se potlačí vznik nekontrolovaného elektrického oblouku mezi rozpojovanými částmi proudové
10 dráhy.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** hodnota elektrického proudu mezi rozpojovanými prvky proudové dráhy se omezí přesměrováním toku elektrického proudu přes paralelně přiřazený kapacitor (16).

3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** mezi rozpojovanými
15 prvky proudové dráhy se při rozpojování vytváří mezera nejméně takovou rychlostí, při které je nárůst průrazné pevnosti vzduchové mezery mezi rozpojovanými částmi proudové dráhy větší, než je nárůst napětí na kapacitoru (16).

4. Způsob podle nároku 2, **vyznačující se tím, že** během rozpojování
20 proudové dráhy v místě (X) se připojí sériový dočasný odporový prvek (P), čímž se zvýší přerozdělení toku elektrického proudu mezi rozpojovanými prvky proudové dráhy a kapacitor (16).

5. Zařízení pro přepětovou ochranu stejnosměrných elektrických obvodů s proudy i v desítkách A, zejména fotovoltaických zdrojů elektrického proudu,
25 které obsahuje kontakty (00) pro připojení elektrických vodičů chráněného obvodu, mezi kontakty (00) je uspořádána proudová dráha s alespoň jedním varistorem (1), mezi varistorem (1) a jedním kontaktem (00) je vytvořeno místo (X) záměrného přerušení proudové dráhy s pájeným spojem plochy pevného prvku proudové dráhy a plochy pohyblivého prvku proudové dráhy, místu (X)

záměrného přerušení proudové dráhy je přiřazeno teplotně iniciované odpojovací zařízení (3) s odpruženým pohyblivým akčním členem, který na pohyblivý prvek proudové dráhy vyvíjí sílu (F) ve směru paralelně s rovinou pájeného spoje plochy pevného prvku proudové dráhy a plochy pohyblivého prvku proudové dráhy, **vyznačující se tím, že** místu (X) záměrného přerušení proudové dráhy je paralelně přiřazen kapacitor (16).

6. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím, že** kapacitor (16) je paralelně k proudové dráze zapojen mezi spodní elektrodou (10) varistoru (1) a nepohyblivou částí ohebného elektrického vodiče (11) za prvním koncem ohebného elektrického vodiče (11).

7. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím, že** místu (X) záměrného přerušení proudové dráhy je přiřazen dočasný sériový odpor (P).

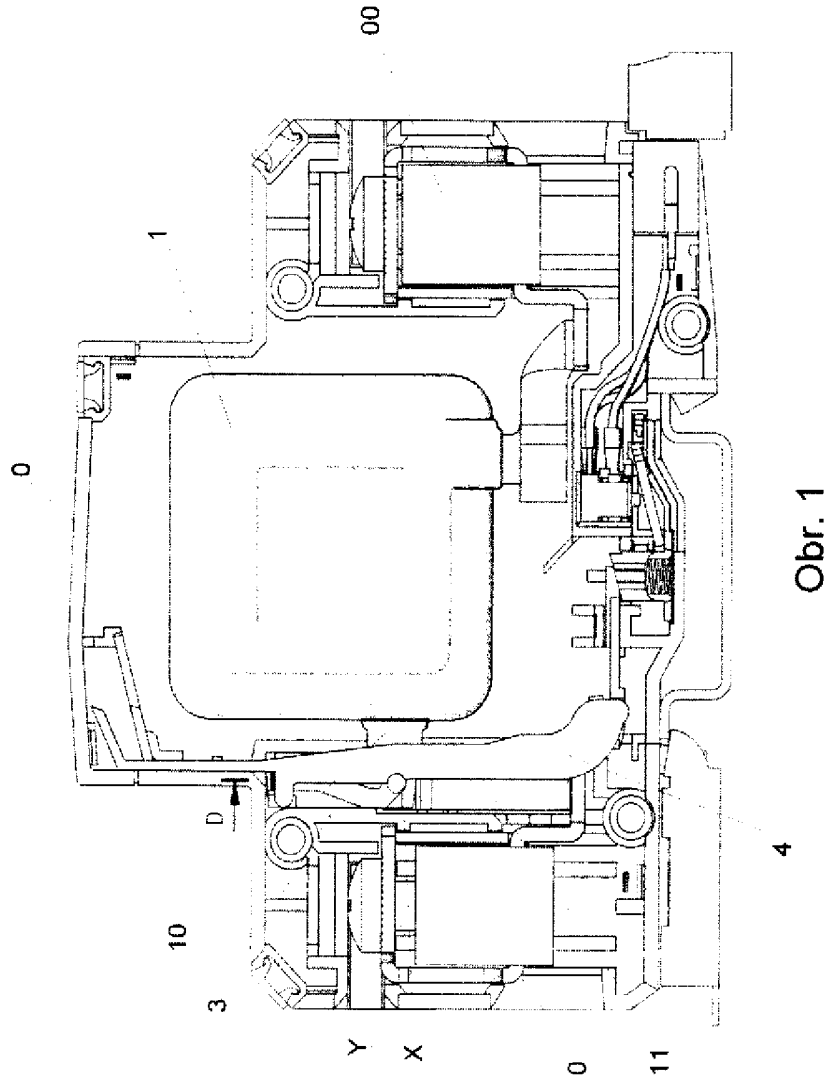
8. Zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím, že** dočasný sériový odpor (P) je tvořen pomocným elektrickým vodičem (13), který je na jednom svém konci elektricky vodivě spojen se spodní elektrodou (10) varistoru (1) a na svém druhém konci je opatřen kontaktní hranou (130) situovanou ve vzdálenosti (A) od spodní elektrody (10) varistoru (1) ve volném prostoru za prvním koncem ohebného elektrického vodiče (11) mimo kontakt s ohebným elektrickým vodičem (11), přičemž vzdálenost (A) je menší, než je délka prvního konce ohebného elektrického vodiče (11).

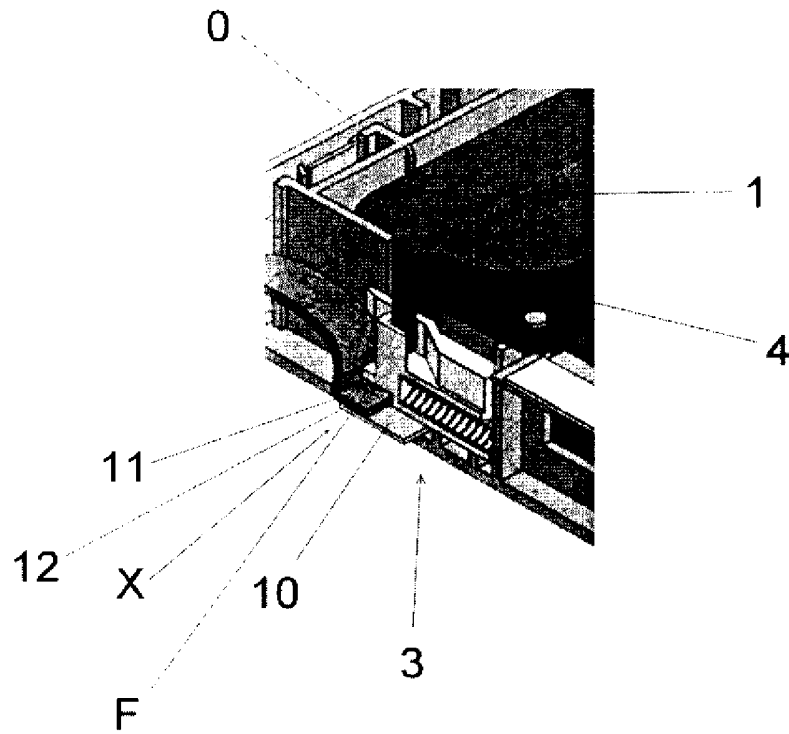
9. Zařízení podle nároku 8, **vyznačující se tím, že** pomocný elektrický vodič (13) je tvořen ocelovým páskem z nerezavějící oceli o malé tloušťce.

10. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 8 nebo 9, **vyznačující se tím, že** mezi pomocným elektrickým vodičem (13) a spodní elektrodou (10) varistoru (1) je, s výjimkou místa připojení pomocného elektrického vodiče (13) ke spodní elektrodě (10) varistoru (1), situována elektrická izolace (14).

03.06.10 PV 2010-440

1/5

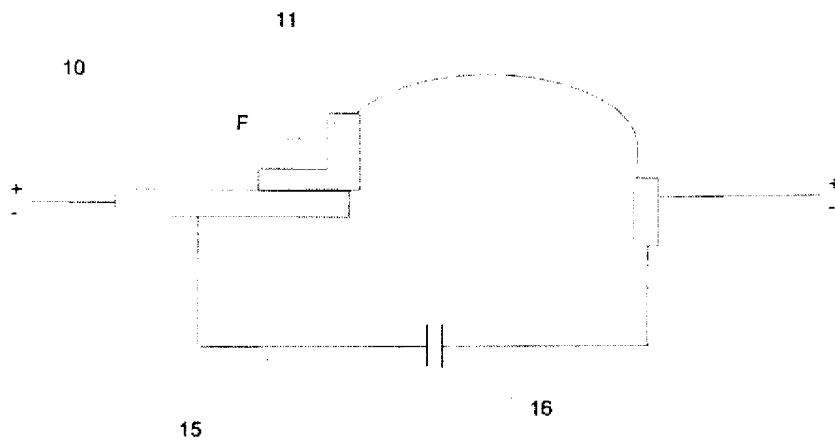




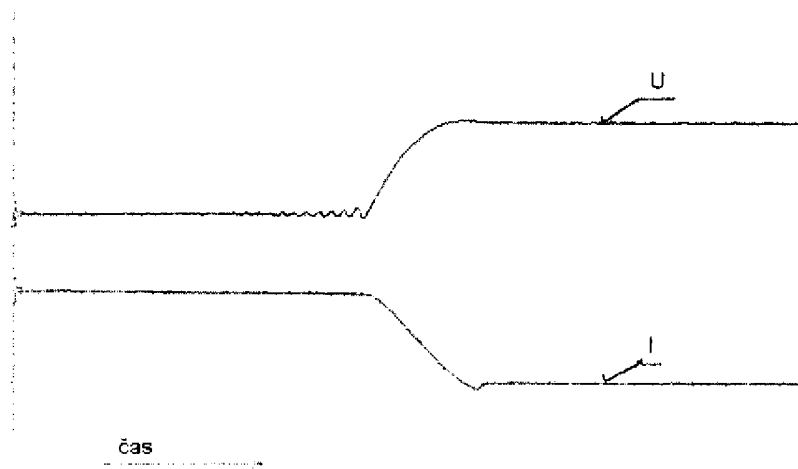
Obr. 1a

03.06.10

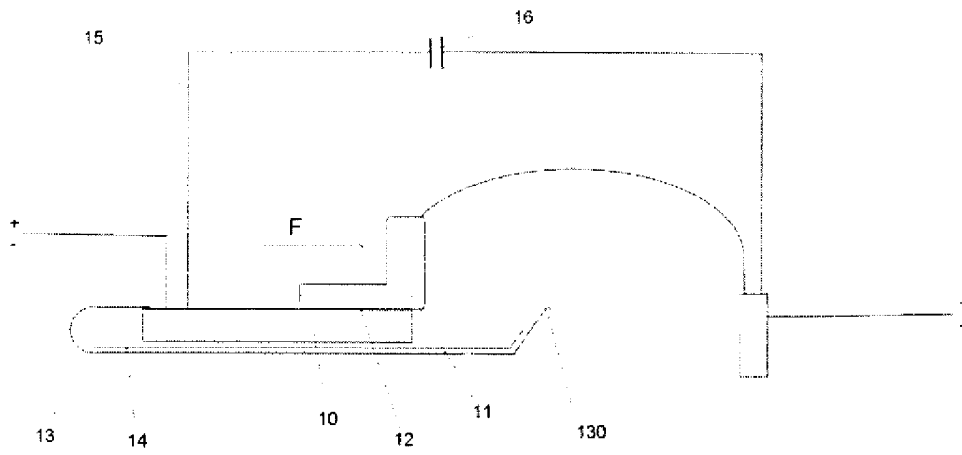
3/5



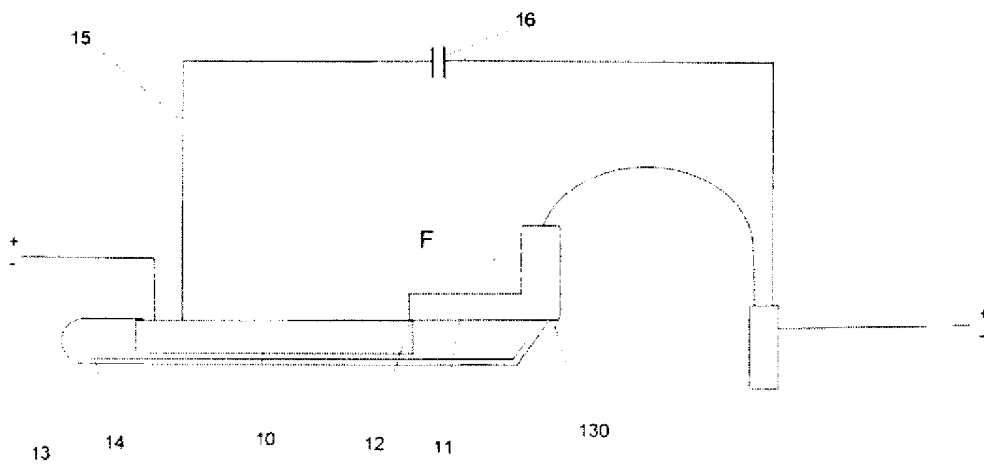
Obr. 2



Obr. 4



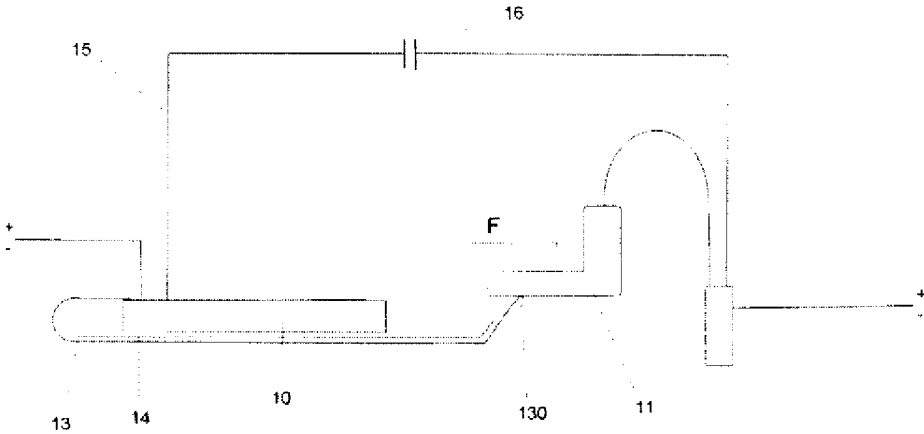
Obr. 3a



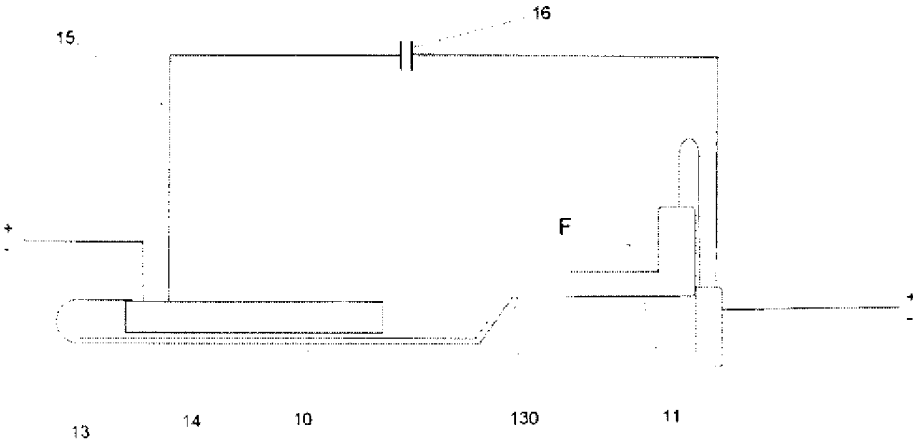
Obr. 3b

$$\frac{5}{5}$$

03-05-10



Obr. 3c



Obr. 3d