

PŘÍHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: 13.06.2000

(32) Datum podání prioritní přihlášky: 17.06.1999

(31) Číslo prioritní přihlášky: 1999/99810538

(33) Země priority: EP

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: 12.06.2002
(Věstník č. 6/2002)

(86) PCT číslo: PCT/CH00/00322

(87) PCT číslo zveřejnění: WO00/79666

(21) Číslo dokumentu:

2001 - 574

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl. ⁷:

H 02 H 3/04

(71) Přihlašovatel:

ABB RESEARCH LTD, Zürich, CH;

(72) Původce:

Rajala Erkki, Vaasa, FI;

Struempfer Ralf, Gebenstorf, CH;

Glatz-Reichenbach Joachim, Baden, CH;

Jokiniemi Timo, Vaasa, FI;

(74) Zástupce:

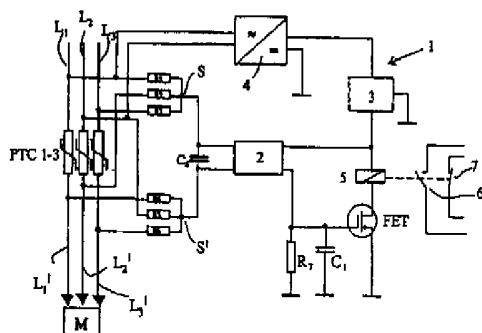
Čermák Karel Dr., Národní třída 32, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Zařízení pro omezování elektrického proudu

(57) Anotace:

Zařízení omezuje elektrický proud za použití rezistoru PTC 1-3, který je monitorován kontrolním obvodem (1). Podle tohoto řešení kontrolní obvod (1) vysílá signál pouze po detekování změny stavu rezistoru PTC 1-3 po určený časový interval, způsobené změnou odporu rezistoru (PTC 1-3). Zařízení je spojeno se spínačem (13), který se otevírá v případě vysokých nadproudů a se stykačem (17) pro otevírání v případě malých nadproudů.



01-0366-01-Če

ZAŘÍZENÍ PRO OMEZOVÁNÍ ELEKTRICKÉHO PROUDU

Oblast techniky

Předložený vynález se týká zařízení pro omezování elektrického proudu v elektrickém vedení. Zařízení obsahuje PTC rezistor pro provedení uvedené omezovací funkce.

PTC rezistor, který je jako takový ze stavu techniky známý, vykazuje přechod mezi stavem nízkého odporu a stavem vysokého odporu, který je teplotně závislý a tudíž může být spouštěn množstvím proudu vedeným PTC rezistorem.

Dále zařízení podle předloženého vynálezu obsahuje kontrolní obvod pro monitorování stavu PTC rezistoru.

Dosavadní stav techniky

Monitorování stavu PTC rezistorů je známé z patentového dokumentu DE 43 40 632 A1. Zde je napětí na PTC rezistoru zapojeného sériově s odpínačem zátěže použito ke spouštění otevření odpínače zátěže. PTC rezistor je určený ke zlepšení schopnosti omezování proudu odpínačem napětí, který nakonec proud přeruší.

Patentový dokument US 5 530 613, představující dosavadní stav techniky, popisuje skutečnosti uváděné v předvýznamové části nároku 1. Podle tohoto dokumentu se spouštění PTC rezistorů monitoruje. V případě spouštění bude spínač otevřen, což je doloženo na příkladu stykače. Tento stykač je použit pro přerušování zkratového proudu. Jiné provedení znázorňuje kombinaci stykače a přerušovače obvodu, nicméně bez kontrolního obvodu pro monitorování PTC rezistorů. Je poskytnut dodatečný spínač, který vykazuje nezávislé prostředky pro přerušování.

Další patentové spisy, které se zde zmiňují jako součást stavu techniky, a to DE 42 13 443 a DE 41 18 346, popisují monitorování konvenčních pojistek.

Podstata vynálezu

Základní technický problém předloženého vynálezu je poskytnout zařízení pro omezování elektrického proudu se zlepšenou účinností.

Podle předloženého vynálezu je tento technický problém řešen zařízením pro omezování elektrického proudu v elektrickém vedení obsahující PTC rezistor, vykazující střídavě v uvedeném vedení stav vysokého a nízkého odporu, a kontrolní obvod pro detekování, v případě změny z uvedeného stavu nízkého odporu na uvedený stav vysokého odporu, stavu a vytváření signálu v případě stavu vysokého odporu, a dále spínač, uspořádaný v uvedeném vedení a v sériovém zapojení s PTC rezistorem pro přerušování elektrického proudu v uvedeném vedení omezeném PTC rezistorem, odpovídající uvedenému signálu indikující uvedený stav vysokého odporu, vyznačující se tím, že uvedený kontrolní obvod je

přizpůsobený k detekci uvedeného stavu odporu po určený časový interval po uvedené změně a pouze v případě, kdy nastane stav vysokého odporu, vytváří po uvedený časový interval uvedený signál, a že uvedené zařízení je přizpůsobené pro otevírání uvedeného spínače v případě vysokých nadproudů a obsahuje dále stykač, určený pro otevírání v případě malých nadproudů.

Základní myšlenka předloženého vynálezu je ta, že změna PTC rezistoru ze stavu nízkého odporu na stav jeho vysokého odporu nezbytně neoznačuje situaci, kdy by měl kontrolní obvod vydat signál. Signál může být použit pro signalizační účely, například pro informování řídicího a kontrolního centra nebo k pohánění lampy nebo displeje, dodatečně může být použit k aktivaci jiného obvodu, například k otevření spínače. Vynález je založen na zkušenosti, že některé ze situací vedoucí ke změně stavu PTC rezistoru mohou být ošetřeny pouze prostřednictvím PTC rezistoru. Například krátké nadproudy mohou eventuálně spouštět změnu PTC rezistoru bez skutečného vytvoření problému, který jde za schopnosti omezování proudu PTC rezistoru.

Na rozdíl od uvedeného stavu techniky, kde jsou PTC rezistory monitorovány, aby otevřely spínač při každém výskytu případu kdy se změní PTC odpor, vynález je založen na tvrzení, že v některých z těchto situací otevření spínače není opravdu nutné. Jinými slovy: citovaný stav techniky pohlíží na PTC rezistor jako dodatečný prvek pro zlepšení schopnosti omezování proudu spínače, kde bude přerušovací akce spínače pouze zlepšena (ale ne nahrazena). Vynález naopak pohlíží na PTC rezistor jako na funkční zařízení samo o sobě. To znamená, že vynález nesměřuje ke spuštění spínače v každém případě změny PTC odporu.

Podle předloženého vynálezu je míra rozlišení mezi těmito případy změny PTC odporu, ve kterých bude vyslán signál kontrolním obvodem, a zbývajícími případy, ve kterých nebude kontrolní obvod reagovat na takovou změnu je dána časovým intervalem nepřetržité detekce stavu PTC rezistoru po změně odporu PTC rezistoru. Tento časový interval bude definován jednou, což vhodněji představuje předem určený - ale s tímto předurčením ustálený - časový interval, ale může také znamenat časový interval, který je určitým definovaným způsobem proměnlivý. V časovém intervalu je stav PTC rezistoru monitorován prostřednictvím detekce napětí na PTC rezistoru. Výhoda těchto řešení je, že umožňují velmi rychlé monitorování stavu PTC rezistoru v porovnání s ostatními alternativami, jako například detekce teploty, detekce mechanických změn jako nárůst délky nebo dalších. Jmenovitě v případě nadproudu skrze PTC rezistor trvající pouze krátký čas, napětí na PTC rezistoru klesne jakmile skončí situace nadproudu. Změny materiálu uvnitř PTC rezistoru by mohly nicméně trvat delší čas, tj. chlazení PTC materiálu by mohlo vyžadovat více času než zabrala skutečná situace nadproudu. Tudíž, jestliže časová prodleva podle předloženého vynálezu bude zkrácena, může se stát, že pouze detekcí napětí během časového intervalu může být opravdu rozhodnuto, zdali je na konci časového intervalu stále ještě přítomen nadproud či nikoliv.

Jak již bylo uvedeno shora, předložený vynález se týká kombinace PTC rezistoru s kontrolním obvodem a spínačem na vedení s PTC rezistorem, řízeného signálem uvedeného kontrolního obvodu. Takovýto spínač by mohl být odpínač zátěže nebo vypínací pojistka. Značná schopnost přerušení

proudu reálného přerušovače obvodu není nutná v každé aplikaci vynálezu, hlavně proto, že PTC rezistor redukuje proud, který bude přepnut po změně PTC odporu. Nicméně, vynález může také pracovat s přerušovačem obvodu. Výhoda tohoto by mohla být ta, že není závislý na omezovací funkci PTC rezistoru, který by mohl selhat.

Dodatečně k odpínači zátěže, přerušovač nebo jiný spínač, stykač je použit v sériovém zapojení se spínačem a PTC rezistorem z dvou hlavních důvodů: stykače vykazují značnou životnost, tj. jsou přizpůsobeny velkému počtu spínacích operací. Tudiž jsou vhodné pro (záměrné) spínání zapnuto/vypnuto zátěže, která obvykle nastává mnohem častěji než situace přetížení a může být řízena z kontrolního centra. Dále takovýto stykač bude poháněn tepelným relé odpovídající na malé nadproudy v tom samém vedení, které jsou pod prahovou hodnotou PTC rezistoru, ale jestliže pokračuje příliš vysoko bude tolerováno.

Podle vhodného provedení vynálezu stav odporu PTC rezistoru není použitý pouze k vytváření signálu pro otevření spínače, ale kromě toho také k vytváření signálu pro otevření stykače ještě v případě malých nadproudů.

Vhodná volba PTC rezistoru je polymerní PTC rezistor, který je ve stávajícím stavu techniky známý.

Mimoto je polymerní PTC rezistor je navržený s dvěmi náplněmi, jedna z vodivého materiálu a další z materiálu fázového přechodu. Materiál fázového přechodu absorbuje energii fázového přechodu v bodě fázového přechodu, který je vyskytuje při kritické teplotě nižší než je kritická teplota změny PTC odporu. Tímto může být docíleno přizpůsobení

charakteristik reakce PTC na spouštěcí charakteristiky elektromotoru.

Přehled obrázků na výkresech

Předložený vynález bude blíže vysvětlen prostřednictvím podrobného popisu příkladů jeho konkrétních provedení ve spojení s připojenou výkresovou dokumentací, ve které představuje:

- obr. 1 blokové schéma kontrolního obvodu podle předloženého vynálezu;
- obr. 2 blokové schéma napájecího a ochranného systému motoru zahrnující předložený vynález podle prvního provedení;
- obr. 3 blokové schéma napájecího a ochranného systému motoru zahrnující předložený vynález podle druhého provedení; a
- obr. 4 blokové schéma napájecího a ochranného systému motoru zahrnující předložený vynález podle třetího provedení.

Příklady provedení vynálezu

Předložený vynález bude nyní popsán prostřednictvím provedeníh napájecích a ochranných obvodů pro elektromotory. Nicméně tyto napájecí a ochranné obvody zahrnují kontrolní obvod podle předloženého vynálezu,

obecnou konstrukci, která je principiálně znázorněná na obrázku 1.

Kontrolní obvod je označen vztahovou značkou 1. Kontrolní obvod 1 monitoruje tři jednofázové PTC rezistory PTC1-PTC3 znázorněné na levé straně obr. 1.

Místo nich mohou být použity pojistky, které jsou běžné u motorových jisticích systémů. Hlavní rozdíl je v tom, že rezistory PTC jsou opět nastavitelné, tj. znovu použitelné, což znamená, že je není nutné po spuštění vyměňovat. Nicméně, použití pojistek namísto rezistorů PTC vůbec nemění základní princip konstrukčního vytvoření.

Rezistory PTC PTC1-PTC3 jsou připojeny podle pořadí v příslušném jednofázovém vedení L_1 , L_2 a L_3 , které tvoří trojfázové vedení L. Vedení L vede do elektromotoru M, kde část mezi PTC rezistory PTC1-PTC3 je odlišena apostrofem od částí na opačné straně rezistorů PTC1-PTC3.

Obr. 1 znázorňuje, že příslušná odbočení na vedeních L_1 , L'_2 , L_3 a L'_1 , L_2 , L'_3 jsou spojena s uzly S a S' přes rezistory R1, R2, R3 a R4, R5, R6, podle pořadí. Rezistory R1-R6 všechny vykazují stejnou hodnotu odporu. Proto tedy uzel S vykazuje hodnotu aritmetického průměru potenciálů L_1 , L'_2 , L_3 a uzel S' průměrnou hodnotu potenciálů L'_1 , L_2 , L'_3 . Napětí mezi oběma uzly S, S' napájí kondenzátor C_6 a je napájena optická vazba 2.

Uvnitř optické vazby 2 je dioda typu LED poháněna napětím uzlu a vytváří světelný signál představující uvedené napětí. Fotodioda přijímá uvedený světelný signál, který je přeměněn na jeho hodnotu odporu odpovídající uvedenému

světelnému signálu a tudíž reagující na uvedené napětí uzlu. Koncové body fotodiody představují výstupní stranu optické vazby 2.

Napájecí obvod 4 obsahující usměrňovač je připojen ke dvěma z uvedených vedení, například k L_1 a L_2 . Jak je zmíněno výše, může být zahrnut transformátor. Výstupní stejnosměrné napětí napájecího obvodu 4 je napájeno do jednoho výstupního koncového bodu optické vazby 2 přes obvod 3 světelné signalizace pro optickou signalizaci proudu. Další výstupní koncový bod optické vazby 2 je uzemněný přes kondenzátor C_1 a paralelně uspořádaný rezistor R_7 a je napájen k hradlu FET tranzistoru, jehož emitor je uzemněný. Relé 5 je připojeno mezi kolektor FET tranzistoru a uvedený výstupní koncový bod optické vazby 2 napájené stejnosměrným potenciálem napájecího obvodu 4. Relé 5 zároveň otevírá reléové spínače 6, 7.

Podle výsledků vynálezce bylo prokázáno, že FET tranzistory jsou výhodnější v porovnání s ostatními typy tranzistorů.

Činnost kontrolního obvodu 1 je následující: jestliže kterýkoliv nebo každé dva z PTC rezistorů PTC1-PTC3 nebo se spustí všechny tři, tj. změní se jejich odpor z nižší úrovně na vyšší odpovídající proudu vyššímu než je určitá prahová hodnota, kondenzátor C_6 mezi uzly S , S' dodává značné napětí během určitého časového intervalu. Toto napětí kondenzátoru C_6 vede k nízkému odporu na výstupní straně optické vazby 2. Tím je hradlo tranzistoru FET převedeno na stejnosměrný potenciál napájecího obvodu 4. Kondenzátor C_1 a rezistor R_7 poskytují po určitou časovou prodlevu v otevření hradla napětím tranzistoru FET zatímco optická vazba 2 poskytuje

galvanické odloučení od potenciálů v kondenzátoru C6. Galvanické odloučení je výhodné ve dvou ohledech: za prvé, strana stejnosměrného proudu napájecího obvodu 4 může souviset s nulovým potenciálem kde uzly S, S' mohou principiálně vykazovat volný potenciál, tj. pouze napětí mezi uzly S, S' je měřené nezávisle na jejich absolutním potenciálu. Za druhé, vysoké potenciály trojfázového vedení L, L' jsou galvanicky oddělené od pravé části na obr. 1. V tomto ohledu může napájecí obvod 4 zahrnovat oddělený transformátor na straně střídavého proudu.

Napětí hradla poskytne FET vodivě vedoucí tok proudu skrze vinutí relé 5 a skrze světelnou signalizaci 3. Následně, lampa 3 signalizuje stav spuštění trojfázového PTC rezistoru a relé 5 začíná jeho přepínací akci, tj. uzavírá normálně vypnutý přepínač 6 a otevírá normálně zapnutý přepínač 7. Tyto dva přepínače 6, 7 jsou poskytnuty proto, aby se vyhovělo různým aplikacím s jedním standardním kontrolním obvodem. Přepínací akce relé 5 je signálem kontrolního obvodu 1. Díky rezistorům R₇ je pojistkový monitor po činnosti automaticky opětne nastavitelný jako v případě PTC rezistorů.

Mělo by být poznamenáno, že signalizační funkce lampy 3 a přepínací akce relé 5 nezávisí na detailech, kdy jeden nebo dva jednofázové rezistory PTC1-PTC3 nebo jestli všechny tři jsou spuštěny. Reakční doba kontrolního obvodu a jeho citlivost na rušení na vedeních L, L', například během spouštění motoru M, může být nastavena hodnotami kapacity kondenzátoru C6 a C1 a hodnotou R₇. Podle výsledků vynálezců, kondenzátor C1 a rezistor R₇ jsou vhodně použity k nastavení periody detekce kdežto kondenzátor C6 je použit ke zlepšení necitlivosti kontrolního obvodu 1, zejména během

spouštění motoru. Co se týká periody detekce, vynálezci shledali, že ve většině případech je vhodné počkat alespoň jednu nebo dvě půlvlny po změně stavu trojfázového PTC rezistoru PTC1-PTC3 dokud nezareaguje relé 5. V případě použití 50 Hz to odpovídá časové periodě alespoň 10 ms nebo 20 ms. Dále, vhodné hodnoty pro minimum časové periody jsou 30, 40, 50 ms. Nicméně, mohou být též vhodné hodnoty například 100 ms, a 200 ms, zvláště v případě PTC rezistorů, které vydrží i vysoké napětí po příslušný časový interval. Při nastavování popsaného časového intervalu bylo bráno v úvahu i počáteční prudké napětí na hradlu FET tranzistoru.

Obr. 2 znázorňuje aplikaci tohoto kontrolního obvodu v konečném napájecím a ochranném systému pro elektromotor M. Pro zjednodušení, schematická struktura z obr. 2 se pouze týká jedné fáze, na rozdíl od obr. 1. Nicméně, na toto musí být pohlíženo jako na symbolickou prezentaci skutečného trojfázového obvodu.

Kontrolní obvod 1 monitoruje napětí uzlu přes trojfázový PTC rezistor, PTC je diskutován výše. Přepínací akce relé 5 uvnitř kontrolního obvodu 1 je použita k vytvoření signálu, který je dodáván do elektronického obvodu 11. Elektronický obvod 11 slouží jako rozhraní pro vedení dálkového řízení označené vztahovou značkou 12. Čímž, může být stav obvodu přenášen k dálkovému řízení a dálkové řízení může být schopno řídit ochranný systém nezávisle na kontrolním obvodu 1 otevřením odpínačem zátěže 13, bude popsán níže, přes elektronický obvod 11. Tímto může být dosaženo nouzového zastavení elektromotoru M nezávisle na elektrické situaci uvnitř napájecího a ochranného obvodu, tj. jestliže je příliš vysoká teplota motoru, nebo jestliže byla vzdáleným řízením detekována jiná nouzová situace.

Kromě tohoto vzdáleného řízení, signál kontrolního obvodu 1 řídí přepínací akci odpínače zátěže 13 přerušující trojfázové vedení L' . Bylo mimochodem poznamenáno, že v případě tepelných pojistek namísto PTC rezistorů by bylo vhodnější poskytnout dva odpínače zátěže 13, jeden na každé straně pojistky, aby vytvořily pojistkový kontaktní potenciál volný pro bezpečnou výměnu, jmenovitě odpojovač.

V prvním provedení znázorněném na obr. 2, je odpínač zátěže 13 následován elektronickým tepelným relé 18, které řídí přepínací akci stykače 17 také ve shodě s odpínačem zátěže 13 a tepelným relé 18. Obvykle je tepelné relé 18 normálně zapnuto, takže startovací spínač 15 napájený z terminálu 14 může být použit ke spuštění a k zastavení motoru M pomocí stykače 17, který je normálně vypnutý. Startér 15, tepelné relé 18 a stykač 17 jsou konvenčního typu a není nutné je detailněji popisovat.

Použití relé 5 s normálně vypnutým spínačem 6 a normálně zapnutým spínačem 7 v kontrolním obvodu 1 a aktivování dalšího (odpínače zátěže) spínače 13 vykazuje výhodu, že standardní kontrolní obvod může být použit pro různé aplikace, tj. různé typy spínačů 13 s různými velikostmi a řídícími charakteristikami stejně tak jako pro řízení jednoho nebo více spínačů 14. Tímto způsobem relé 5 poskytuje dva signály kontrolního obvodu 1.

Použitím elektronického tepelného relé 18 může být také monitorován stav přetížení pomocí vedení vzdáleného řízení 12. Elektronické tepelné relé 18 detekuje malé nadproudy, například pomocí Hallova čidla. Detekce malých nadproudů může být také provedena elektronickým obvodem 11.

Stykač 17 může být mikroreléový spínač, jaký je popsán. Ve stavu techniky je známo, že Hallovy senzory mohou být také integrovány v mikroelektronických obvodech. Z tohoto důvodu mohou být prvky 17 a 18 mikroelektronická zařízení.

Pokud je kontrolním obvodem detekována chyba, nejprve může být vedení přerušeno spuštěním stykače 17 přes relé 18. Jestliže jsou spoje stykače 17 svařeny či snad nemůže být otevřen během určitého času z jiných důvodů, odpínač zátěže může být otevřen jako záložní přerušení.

Na obr. 3 je znázorněno druhé provedení. Opět, prvky podobné prvkům na obr. 2 jsou označeny stejnými vztahovými značkami. Zde je vedení 12 vzdáleného řízení také použito jako vedení pro startovací signál. Následně, elektronický obvod řídí stykač 17 prostřednictvím vedení 19. Tudiž, relé 18 z obr. 2 není nutné. Dále elektronický obvod 11 zahrnuje prostředky pro detekci tepelného přetížení, například Hallův senzor, na obr. 3 není znázorněn.

Jinak, detekce tepelného přetížení uvnitř elektronického obvodu 11 není nutná, jestliže PTC rezistor je přizpůsoben ochranným požadavkům motoru, tj. vykazuje charakteristiku reakce přizpůsobenou startovacímu proudu elektromotoru M. V tomto případě PTC rezistor na jedné straně představuje dostačující reakci na malé dlouhotrvající nadproudy, aby splňoval požadavky ochrany tepelného přetížení, a na druhé straně nebude spuštěn během startu motoru.

Nakonec, obr. 4 znázorňuje poslední provedení, ve kterém jsou použity stejné vztahové značky jako

v předcházejících provedeních. Nicméně, stykač 17 je také vynechán. V tomto provedení odpínač zátěže 13 splňuje požadavky na stykač, co se týká činitele využití (například 10^7 operací). Tudíž odpínač zátěže 13 může být také použit ke spuštění a k zastavení motoru M.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro omezování elektrického proudu v elektrickém vedení (L_1 , L_2 , L_3) obsahuje:

PTC rezistor (PTC1-3), vykazující střídavě stav v uvedeném vedení (L_1 , L_2 , L_3) vysokého a nízkého odporu, a

kontrolní obvod (1) pro detekování, v případě změny z uvedeného stavu nízkého odporu do stavu vysokého odporu, stavu a vytváření signálu (5) v případě, kdy nastane stav vysokého odporu,

a dále spínač (13), uspořádaný v uvedeném vedení (L_1 , L_2 , L_3) a v sériovém zapojení s uvedeným PTC rezistorem (PTC1-3) pro přerušování elektrického proudu v uvedeném vedení (L_1 , L_2 , L_3) omezovaném uvedeným PTC rezistorem (PTC1-3), reagující na uvedený signál (5) indikující uvedený stav vysokého odporu,

vyznačující se tím, že uvedený kontrolní obvod (1) je přizpůsobený k detekování uvedeného stavu vysokého odporu po určený časový interval po uvedené změně a pouze v případě, kdy nastane stav vysokého odporu, vytváří po uvedený časový interval uvedený signál,

a uvedené zařízení je přizpůsobené k otevírání spínače (13) v případě vysokých nadproudů a dále obsahuje stykač (17), určený pro otevírání v případě malých nadproudů.

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že uvedený časový interval je stanovený předem.
3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že uvedený stav se monitoruje a detekuje prostřednictvím napětí procházejícího přes uvedený PTC rezistor (PTC1-3).
4. Zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že je přizpůsobené k otevírání stykače (17) v případě malých nadproudů v odezvě na signál z kontrolního obvodu (1) indikující malý nadproud.
5. Zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že uvedeným spínačem (13) je odpínač zátěže.
6. Zařízení podle kteréhokoli z předcházejícího nároků, **vyznačující se tím**, že uvedeným spínačem je mikroreléový spínač.
7. Zařízení podle kteréhokoli předcházejícího nároku, **vyznačující se tím**, že uvedeným PTC rezistorem (PTC1-3) je polymerní PTC rezistor.
8. Zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že uvedený PTC rezistor (PTC1-3) zahrnuje polymerní matrici, první náplň z vodivého materiálu a druhou náplň obsahující alespoň jeden materiál fázového přechodu, přičemž uvedený materiál fázového přechodu při zahřátí nad první kritickou teplotu, která je nižší než druhá kritická teplota změny uvedeného PTC rezistoru mezi

stavem nízkého a vysokého odporu, absorbuje energii fázového přechodu.

9. Zařízení podle nároku 7 nebo 8, **vyznačující se tím**, že uvedený PTC rezistor (PTC1-3) obsahuje zúžení plochy příčného průřezu kolmého k hlavnímu směru proudu, přičemž úhel rozevření uvedeného zúžení je v rovině zahrnující uvedený hlavní směr proudu alespoň 100° .
10. Zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že uvedeným vedením (L_1 , L_2 , L_3) je trojfázové vedení, uvedený PTC rezistor (PTC1-3) obsahuje tři jednofázové PTC rezistory, a uvedený kontrolní obvod (1) obsahuje:

šest připojení, vždy jedno připojení na příslušné, první a druhé, straně každého jednofázového PTC rezistoru (PTC1-3), přičemž uvedená připojení jsou rozdělena do dvou skupin po třech,

dva uzly (S , S'), přičemž uvedená tři připojení každé skupiny jsou připojená k příslušnému uzlu (S , S') příslušné skupiny přes příslušný rezistor ($R1-R6$),

a indikátor napětí (2, 5) pro detekování napětí mezi uvedenými uzly (S , S') a vytváření uvedeného signálu (5) na základě výsledku uvedeného detekování.

