

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **21.10.2004**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **14.12.2005**
(Věstník č. 12/2005)

(21) Číslo dokumentu:

2004-1055

(13) Druh dokumentu: **A3**

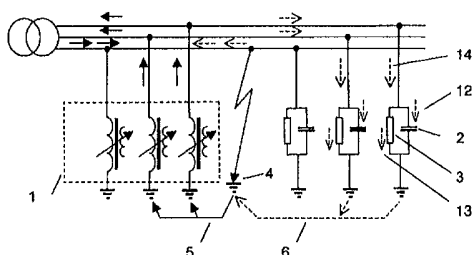
(51) Int. Cl. :
H 02 J 3/18
H 02 J 3/26

(71) Přihlašovatel:
Žák František Ing., Borek, CZ

(72) Původce:
Žák František Ing., Borek, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Zapojení pro kompenzaci činné a jalové složky
proudu v místě zemního spojení a vyrovnávání
fázových napětí v bezporuchovém stavu sítě**

(57) Anotace:
Zapojení umožňuje kompenzaci činné a jalové složky poruchového proudu v místě (4) zemního spojení. V bezporuchovém stavu sítě umožňuje vyrovnávání fázových napětí proti zemnímu potenciálu. Princip spočívá v zapojení proměnné zemní fázové reaktance (1) induktivního charakteru mezi každou fází sítě a místem se zemním potenciálem. Systém nepotřebuje vytvářet umělou nulu sítě a je tak vhodný i pro přechod z izolovaných sítí na sítě kompenzované.



CZ 2004 - 1055 A3

Zapojení pro kompenzaci činné a jalové složky proudu v místě zemního spojení a vyrovnávání fázových napětí v bezporuchovém stavu sítě

Oblast techniky

Vynález se týká kompenzace poruchových proudů ve střídavé elektrické síti v místě zemního spojení a v bezporuchovém stavu střídavé elektrické sítě slouží pro vyrovnání fázových napětí.

Dosavadní stav techniky

Pro kompenzaci zemních kapacitních proudů sítě se využívá tlumivka instalovaná mezi uzel sítě a zemní potenciál nebo tlumivka instalovaná do sekundárního vývrtí Bauchova transformátoru. Tyto systémy neumožňují kompenzovat činnou složku poruchového proudu zemního spojení. Navíc při využití těchto systémů se k poruchovému proudu zemního spojení přičítá i činná složka proudu tlumivky způsobená ztrátami v tlumivce.

Systémy pro kompenzaci činné složky poruchového proudu jsou založeny na principu injektování proudu do pomocného vinutí tlumivky zapojené mezi uzel sítě a zemní potenciál. Tyto systémy jsou však energeticky náročné, a proto mimo dobu zemního spojení nejsou příliš využívány.

V bezporuchovém stavu při ladění tlumivky v sítích s vysokou fázovou nesymetrií, způsobenou zejména rozdílnou fázovou zemní kapacitou sítě, dosahuje nulová složka napětí vysokých hodnot a fázová napětí vykazují vysokou míru nesymetrie. Nesymetrie je pak eliminována rozladěním tlumivek nebo dodatečným ztlumením rezonančního obvodu přidavnými odporníky. Tato opatření ve svém důsledku mohou zvyšovat hodnotu zemního poruchového proudu sítě v případě zemního spojení.

Podstata vynálezu

Cílem vynálezu je snížit velikost poruchového proudu v místě zemního spojení a v bezporuchovém stavu umožnit kompenzaci fázové napěťové nesymetrie.

Tohoto cíle lze dosáhnout nastavením optimální velikosti zemní fázové reaktance induktivního charakteru vzhledem k zemní fázové kapacitě sítě příslušné fáze, tak aby došlo k paralelní rezonanci. Induktivní zemní fázová reaktance je zapojena mezi fázi sítě a zemní potenciál.

Oproti doposud používanému způsobu zapojení tlumivky mezi uzel sítě a zemní potenciál lze u navrhovaného řešení dosáhnout při maximální schopnosti kompenzace celkového zemního kapacitního proudu i vyrovnání fázových napětí v bezporuchovém stavu v sítích s výraznou fázovou kapacitní nesymetrií. Při zemním spojení lze cílenou změnou zemní fázové reaktance v místě zemního spojení účinně eliminovat i činnou složku poruchového proudu.

Zemní fázová reaktance induktivního charakteru může být provedena jednofázovými tlumivkami, jejichž počet odpovídá počtu fází dané sítě a jejichž provedení či zapojení umožňuje změnu výsledné fázové induktivní reaktance obvodu s tlumivkami, nebo jednou vícefázovou tlumivkou, kde počet fázových vinutí tlumivky opět odpovídá počtu fází dané sítě a jejich provedení či zapojení pomocných obvodů umožňuje změnu výsledné zemní fázové induktivní reaktance obvodu s vícefázovou tlumivkou. Vícefázová tlumivka musí mít magnetický obvod, který umožňuje uzavírání nulové složky magnetického toku. Tlumivky musí být dimenzovány na sdružené napětí sítě.

Pro minimalizaci poruchových proudů v případě zemního spojení je ideálním stavem dosažení paralelní rezonance v každé fázi sítě mezi fázovou zemní kapacitou a instalovanou fázovou zemní reaktancí induktivního charakteru. V paralelním rezonančním obvodu je pak reaktance teoreticky nekonečná a výrazným způsobem omezuje velikost poruchového proudu v místě zemního spojení. Teoreticky lze dosáhnout nulové hodnoty zemního poruchového proudu sítě. Ve skutečnosti však i při přesném vyladění protéká místem zemního spojení činná složka poruchového proudu.

Podstata eliminace činné složky poruchového proudu v místě zemního spojení spočívá ve změně zemní fázové induktivní reaktance ve zdravých fázích. Změna zemní fázové reaktance musí být provedena tak, aby nedošlo ke změně velikosti jalové složky proudu přes zemní fázové reaktance, ale ke změně velikosti a natočení vektoru celkového proudu přes zemní fázové reaktance do místa zemního spojení. Tím jsme schopni ovlivnit velikost i směr toku činné složky poruchového proudu místem zemního spojení. Ve fázi, která následuje ve směru sledu fází od fáze s poruchou, zvýšíme hodnotu fázové zemní reaktance. Ve fázi, která je v opačném směru sledu fází od fáze s poruchou, snížíme hodnotu fázové zemní reaktance.

V bezporuchovém stavu pak lze obdobně docílit vyrovnání fázových napětí sítě. Opět se snažíme dosáhnout paralelní rezonance zemní fázové reaktance induktivního charakteru vzhledem k zemní kapacitě příslušné fáze sítě. Dosažením paralelní rezonance v každé fázi bude výsledná reaktance paralelního obvodu teoreticky nekonečná, a tím je eliminována kapacitní fázová nesymetrie. Ve skutečnosti, vlivem nepřesnosti vyladění, bývá hodnota reaktance srovnatelná nebo vyšší než hodnota svodových odporů. Symetrie napětí je potom ovlivňována výrazněji poměrem svodových odporů jednotlivých fází. Vyrovnání fázových napětí tak bude ovlivněno nesymetrií svodových odporů sítě. Nesymetrii svodových fázových odporů lze eliminovat malou změnou fázové reaktance paralelního rezonančního obvodu, což provedeme nepatrným rozladěním rezonančního obvodu s vyrovnáním fázových napětí.

Přehled obrázků na výkresu

Technické řešení je blíže objasněno pomocí přiložených obrázků. Na obr.1 je znázorněn příklad zapojení zemních fázových reaktancí indukčního charakteru mezi jednotlivé fáze sítě a místo se zemním potenciálem. Na obr. 2 je znázorněn fázový diagram vyjadřující

kompenzaci zemního kapacitního proudu. Na obr. 3 je znázorněn fázový diagram vyjadřující kompenzaci zemního kapacitního proudu s částečnou eliminací činného svodového proudu sítě při zemním spojení, která je způsobena změnou zemních fázových reaktancí.

Popis vektorů na obr.2 a obr.3 :

I_C	celkový kapacitní proud sítě
I_G	celkový svodový proud sítě
I_L	celkový induktivní proud tlumivek
I_{LL2}, I_{LL3}	fázový induktivní proud tlumivek
I_{dL2}, I_{dL3}	změna proudu vyvolaná změnou fázových ^{ch} reaktancí tlumivek
$-I_R$	výsledná činná složka proudu tlumivek
I_{RTL}	činná složka proudu tlumivek
$U_{L01}, U_{L02}, U_{L03}$	napětí fází proti zemnímu potenciálu
U_{12}, U_{23}, U_{31}	sdužené hodnoty napětí

Příklad provedení vynálezu

V síti s nevyvedenou nulou je mezi fází a zemní potenciál připojena vždy jedna zemní fázová reaktance induktivního charakteru tvořená jednofázovou tlumivkou s pomocným vinutím. Do obvodu pomocného vinutí každé tlumivky jsou zapojeny kondenzátorové baterie s možností připojování po stupních. Podle velikosti připojené kapacity kondenzátorové baterie je měněna výsledná reaktance primárního vinutí tlumivek, a tím se provádí ladění na paralelní rezonanci se zemní kapacitou fázových vodičů sítě. Před vyladěním rezonančního obvodu tlumivky v sítích s vysokou hodnotou napěťové fázové nesymetrie je možné připínáním jednotlivých stupňů kondenzátorových baterií do jednotlivých fází částečně vyrovnat napěťovou fázovou nesymetrii v síti. Vyrovnání napěťové fázové nesymetrie se projeví snížením hodnoty nulové složky napětí a vyrovnáním fázových napětí proti zemi. Proces ladění tlumivky pak probíhá postupným připínáním stejně velkých kapacit ve všech třech fázích najednou. Tím dochází ke změně výsledné reaktance obvodů s fázovými zemními tlumivkami. Pro přibližné vyladění rezonančního obvodu s fázovou zemní tlumivkou a fázovou zemní kapacitou 2 vedení, zvolíme takovou kombinaci kapacit, při které je dosaženo maximální hodnoty nulové složky napětí. Změnou velikosti jednotlivých fázových reaktancí 1 fázových zemních tlumivek lze docílit vyrovnání fázové kapacitní nesymetrie v síti a tím i vyrovnání fázových napětí. To má za následek snížení hodnoty nulové složky napětí na minimum i v přesně vyladěném stavu fázových zemních tlumivek na paralelní rezonanci.

Při kovovém zemním spojení má postižená fáze proti zemi nulovou hodnotu napětí a příslušnou fázovou zemní tlumivkou neprotéká žádný proud. Zbývající dvě fázové zemní tlumivky mají proti zemi sdužené napětí a protéká jimi proud $\sqrt{3}$ -krát větší než v ustáleném bezporuchovém stavu. Rovněž velikost zemního kapacitního proudu 12 ve fázích nepostižených poruchou je zvětšena $\sqrt{3}$ -krát. I při zemním spojení tak

zůstává paralelní rezonanční obvod neustále vyladěn a místem 4 zemního spojení protéká stejně velký celkový induktivní proud 9 fázových zemních reaktancí i celkový kapacitní proud 7 sítě. Jelikož se celkový induktivní proud 9 fázových zemních reaktancí a celkový kapacitní proud 7 sítě navzájem eliminují, místem 4 zemního spojení protéká pouze hodnota celkového činného svodového proudu 8 sítě a činného proudu 10 fázových zemních tlumivek. Činný proud 10 fázových zemních tlumivek je dán činnými ztrátami v jejich magnetickém obvodu a vinutí.

Eliminaci činné složky poruchového proudu při zemním spojení lze provést změnou indukčnosti fázových zemních tlumivek ve fázích bez poruchy. Vznikne-li například porucha ve fázi L1, lze změnou indukčnosti fázových zemních tlumivek ve fázích L2 a L3 ovlivnit výslednou velikost i případný směr toku činné složky proudu místem 4 zemního spojení. Ve fázi L2, která následuje ve směru sledu fází od fáze s poruchou, zvýšíme reaktanci fázové zemní tlumivky. Ve fázi L3, která následuje v opačném směru sledu fází od fáze s poruchou, snížíme reaktanci fázové zemní tlumivky. Vhodnou změnou velikostí reaktancí lze docílit stejné celkové hodnoty induktivního proudu 9 fázových zemních reaktancí, jaká odpovídá celkovému kapacitnímu zemnímu proudu 7 sítě. Vlivem zvýšení hodnoty proudu I_{LL3} o I_{dL3} a poklesu hodnoty proudu I_{LL2} o I_{dL2} dojde k natočení součtového vektoru celkového proudu 5 zemními fázovými tlumivkami. Vektor proudu 5 zemními fázovými tlumivkami pak bude obsahovat složku jalového proudu 9 fázových zemních reaktancí, která má stejnou velikost proudu jako celkový kapacitní proud 7 sítě a činnou složku proudu, která bude mít opačnou orientaci než svodový proud sítě. Činná složka proudu 11 pak kompenzuje činnou složku svodového proudu 8 sítě. Při velké změně natočení vektoru celkového proudu 5 zemními fázovými reaktancemi může dojít i k otočení směru toku činné složky proudu v místě 4 zemního spojení.

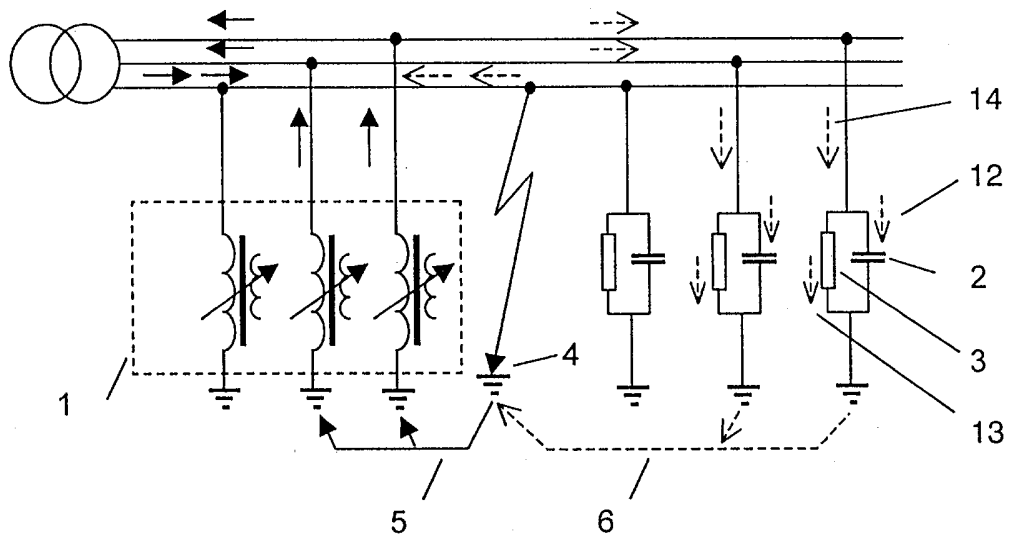
Průmyslové využití

Zapojení je určeno pro kompenzaci zemních kapacitních proudů v elektrických střídavých sítích v místě zemního spojení a v bezporuchovém stavu sítě slouží k vyrovnávání fázových napětí vůči zemnímu potenciálu. Použití je výhodné v sítích s velkou fázovou zemní kapacitní nesymetrií a v sítích s velkou hodnotou činné složky poruchového proudu při zemním spojení - např. v kabelových sítích. Využití je výhodné i tam, kde se uvažuje s přechodem z provozu sítě s izolovaným uzlem na síť s kompenzací zemních kapacitních proudů, neboť toto řešení nevyžaduje vyvedení uzlu sítě.

PATENTOVÉ NÁROKY

1) Zapojení pro kompenzaci činné a jalové složky proudu v místě zemního spojení a vyrovnávání fázových napětí v bezporuchovém stavu sítě, **vyznačující se tím**, že mezi každou fází střídavé elektrické sítě a místo se zemním potenciálem je zapojena proměnná fázová zemní reaktance (1) induktivního charakteru, čímž při paralelní rezonanci zemní fázové reaktance (1) induktivního charakteru vůči zemní fázové kapacitě (2) sítě dochází v případě zemního spojení ke kompenzaci zemního kapacitního poruchového proudu v místě zemního spojení a v případě bezporuchového stavu sítě dochází k eliminaci fázové napěťové nesymetrie vůči zemnímu potenciálu.

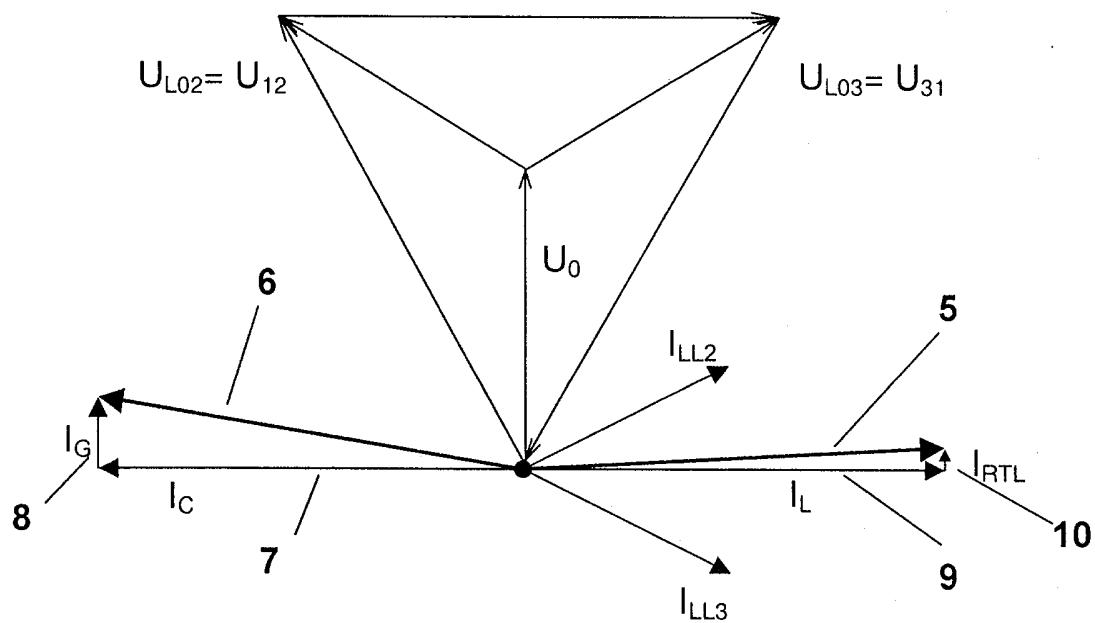
2) Způsob eliminace činné složky poruchového proudu zemního spojení v zapojení dle nároku 1, **vyznačující se tím**, že při zemním spojení ~~se je nutné změnit~~ fázovou zemní reaktanci (1) induktivního charakteru ve zdravých fázích, čímž dojde ke změně velikosti a natočení vektoru celkového proudu (5) přes fázové zemní reaktance do místa (4) zemního spojení, a to tak, že ve fázi, která následuje ve směru sledu fází od fáze s poruchou, ~~je třeba~~ ^{se} induktivní fázovou zemní reaktanci (1) obvodu zvýšit, a ve fázi, která je v opačném směru sledu fází od fáze s poruchou, ~~se~~ ^{se} induktivní fázovou zemní reaktanci (1) obvodu snížit.



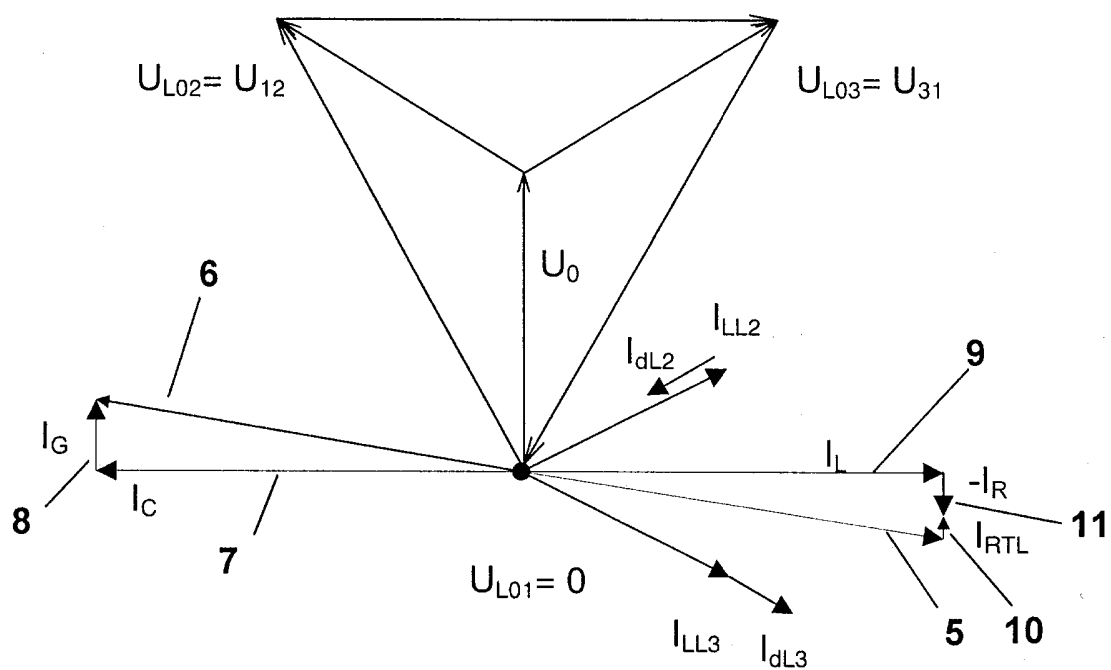
Obr.1

2/2

10 11 12



Obr.2



Obr.3