



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

207975

(11)

(B1) ✓

(22) Přihlášeno 16 01 79  
(21) (PV 323-79)

(40) Zveřejněno 28 11 80

(45) Vydáno 01 12 80

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 02 H 7/04

(75)

Autor vynálezu

LEDR ZDENĚK ing., PRAHA

### (54) Omezovač jednopólových zkratových proudů velkého autotransformátoru

Vynález se týká omezovače jednopólových zkratových proudů velkého autotransformátoru spojujícího dvě sítě vysokého napětí, které mají uzemněnou neutrálu, přičemž k terciárnímu vinutí tohoto autotransformátoru je možno připojit kompenzátor jalového výkonu.

Pro spojení sítí velmi vysokého napětí, např. 400/121 kV se doposud používají autotransformátory, které jsou kromě hlavního převodu hvězda-hvězda ještě vybaveny převodem hvězda-trojúhelník, údajně pro potlačení třetí harmonické v magnetickém toku a tím i v napětí, přičemž je možno k autotransformátoru připojit kompenzátor jalového výkonu.

Aby v tomto případě mohl být autotransformátor izolován jen pro fázové napětí sítě vyššího napětí, např. pro  $400/\sqrt{3} = 231$  kV, provádí se uzemnění jeho nulového bodu. Poněvadž obě sítě, jak o napětí 400 kV, tak i o napětí 121 kV mají uzemněné neutrály, mohou se pro přirozenou magnetizaci nutné proudy třetí harmonické uzavřít přes primární vinutí autotransformátoru, v jehož všech fázích mají, jak je z teorie známo, stejný směr. Přes uzemněný nulový bod autotransformátoru pak teče do země trojnásobná hodnota fázového proudu třetí harmonické a zemí se pak tento proud vrací do uzemněné neutrály napájecí sítě, tj. do uzemněného nulového bodu sekundárního vinutí blokového transformátoru elektrárny.

Průtokem proudů třetí harmonické popsanou cestou je splněna podmínka přirozené magnetizace železného jádra autotransformátoru, takže se třetí harmonická neobjeví ani v magnetickém toku, a tím ani v napětí. Z toho důvodu není proto možné, aby vinutím autotransformátoru spojeným do trojúhelníku protékal proud třetí harmonické, a proto toto vinutí nemá pro proud třetí harmonické žádný význam a slouží jen pro připojení kompenzátoru jalového výkonu. Kdyby síť vyššího napětí nebyla uzemněna, tj. v případě, že blokový transformátor elektrárny by neměl uzemněn svůj nulový bod, pak při vzniku jednopólového zkratu, tj. při extrémním nesymetrickém zatížení autotransformátoru, procházel by všemi fázemi vinutí zapojeného do trojúhelníku jednofázový proud první harmonické, který by kompenzoval magnetická napětí na všech sloupcích magnetického obvodu, čímž by zabraňoval vzniku přídavných jednosměrných magnetických toků, které by se mohly uzavřít přes krajní jádra pětisloupkového magnetického obvodu, který se obvykle používá u velkých výkonů za účelem snížení výšky autotransformátoru z dopravních důvodů.

Potom ovšem v uvedeném případě nemůže v takovém autotransformátoru vzniknout nulová reaktance a vinutí zapojené do trojúhelníku, sloužící jen pro případné připojení kompenzátoru jalového výkonu, snižuje celkovou reaktanci auto-

207975

transformátoru, čímž se zvyšují zkratové proudy ve všech vinutích. Tyto zkratové proudy nebezpečně dynamicky namáhají jak vinutí, tak i příslušné vypínače.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny omezovačem jednopólových zkratových proudů velkého autotransformátoru spojujícího dvě sítě vysokého napětí s uzemněnou neutrálou a opatřeného terciárním vinutím zapojeného do otevřeného trojúhelníku, přičemž podstatou omezovače podle vynálezu je, že je tvořen první a druhou tlumivkou, které jsou přes spojku vzájemně zapojeny do série a připojeny k první a druhé svorce terciárního vinutí.

V případě potřeby je možno k autotransformátoru připojit i kompenzátor jalového výkonu a to tak, že ke spojce je připojena jedna fáze kompenzátoru jalového výkonu, jeho druhá fáze je připojena na třetí svorku terciárního vinutí a jeho třetí fáze je připojena na čtvrtou svorku terciárního vinutí.

Omezovač jednopólových zkratových proudů podle vynálezu je mimořádně jednoduchý a spolehlivý. Umožňuje přímé uzemnění nulového bodu velkého autotransformátoru a snižuje při jednopólovém zkratu zkratový proud, čímž chrání všechna vinutí autotransformátoru a vypínač proti dynamickým účinkům zkratových proudů. Omezovač podle vynálezu umožňuje i připojení kompenzátoru jalového výkonu.

Na připojeném výkresu je znázorněn příklad zapojení omezovače podle vynálezu.

K synchronnímu alternátoru 8 elektrárny, který je nakreslen jednopólově, je připojeno do trojúhelníku zapojené primární vinutí blokového transformátoru 13, jehož sekundární vinutí je zapojeno do hvězdy s uzemněným nulovým bodem a spojeno se sítí vyššího napětí. Uvedený nulový bod je neutrálou sítě vyššího napětí. Primární vinutí velkého autotransformátoru, které je zapojeno do hvězdy s uzemněným nulovým bodem, je tvořeno seriovým vinutím 1 a paralelním sekundárním vinutím 2, přičemž uvedené seriové vinutí 1 je spojeno se sítí vyššího napětí, zatímco paralelní sekundární vinutí 2 je přes vypínač 3 připojeno k síti nižšího napětí. Regulační vinutí s přepínačem odboček není zakresleno. Terciární vinutí 4 autotransformátoru je zapojeno do otevřeného trojúhelníku a je opatřeno první a druhou svorkou 5, 6. K těmto dvěma svorkám 5, 6 je připojen omezovač jednopólových zkratových proudů, tvořený první a druhou tlumivkou 7A, 7B, které jsou přes spojku 9 vzájemně zapojeny do série. V případě potřeby použití kompenzátoru 10 jalového výkonu připojí se jeho jedna fáze ke spojce 9, jeho druhá fáze ke třetí svorce 11 terciárního vinutí 4 a jeho třetí fáze ke čtvrté svorce 12 terciárního vinutí 4.

Funkce omezovače podle vynálezu je následující:

Jak je z připojeného schéma patrné, mají proudy  $I_3$  třetí harmonické ve všech fázích stejný směr

a mohou se uzavřít průtokem proudu  $3I_3$ , který je trojnásobnou hodnotou proudu  $I_3$  třetí harmonické, přes primární vinutí autotransformátoru, uzemněný nulový bod autotransformátoru a přes uzemněný nulový bod blokového transformátoru 13.

Při vzniku jednopólového zkratu na síti nižšího napětí, při uzemněném nulovém bodu autotransformátoru a uzemněném nulovém bodu blokového transformátoru 13, vede zkratový proud jen ta fáze primárního obvodu, na jejíž sekundární straně za autotransformatorem vznikl jednopólový zkrat. Zkratový proud je pak omezen reaktancí blokového transformátoru 13, reaktancí autotransformátoru a odporem země mezi oběma uzemněnými nulovými body. V případě, kdy tento odpor země je značný, vedou zkratové proudy všechny tři fáze primární strany autotransformátoru, neboť poměry se zde blíží poměrům neuzemněné sítě vyššího napětí, tj. s neuzemněným nulovým bodem blokového transformátoru 13. V takovém případě při vzniku jednopólového zkratu, např. na síti nižšího napětí, indukovaly by se v terciárním vinutí 4 normálně spojeném do trojúhelníku, stejné jednofázové a stejně orientované, tedy netočivé proudy první harmonické a to vlivem jednofázového proudu odebíraného ze sítě vyššího napětí v primárním vinutí té fáze, která je na straně nižšího napětí postižena zkratem. Primární vinutí je tvořeno seriovým vinutím 1 a paralelním sekundárním vinutím 2. Tento jednofázový proud ze sítě vyššího napětí se dělí na dvě stejné složky do primárního vinutí. Těmito složkami indukované jednofázové proudy ve dvou fázích terciárního vinutí 4, jsou stejné a vytvářejí jednofázový proud, který se uzavírá přes tu fázi terciárního vinutí 4, která odpovídá té fázi autotransformátoru, na níž vznikl jednopólový zkrat. Proud v terciárním vinutí 4 je snižen reaktancí do série zapojené první a druhé tlumivky 7A, 7B, které tvoří omezovač.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Omezovač jednopólových zkratových proudů velkého autotransformátoru spojujícího dvě sítě vysokého napětí s uzemněnou neutrálou a opatřeného terciárním vinutím zapojeným do otevřeného trojúhelníku, vyznačený tím, že je tvořen první a druhou tlumivkou (7A, 7B), které jsou přes spojku (9) vzájemně zapojeny do série a připojeny k první a druhé svorce (5, 6) terciárního vinutí (4).

2. Omezovač podle bodu 1, vyznačený tím, že ke spojce (9) je připojena jedna fáze kompenzátoru (10) jalového výkonu, jeho druhá fáze je připojena na třetí svorku (11) terciárního vinutí a jeho třetí fáze je připojena na čtvrtou svorku (12) terciárního vinutí (4).

