



ÚRAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

225575
(11) (B1)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 06 10 82
(21) PV 7151-82

(51) Int. Cl.³
H 02 H 7/22

(40) Zveřejněno 24 06 83

(45) Vydáno 30 09 85

(75)

Autor vynálezu

LEDR ZDENĚK ing. CSc., VAŠKO FRANTIŠEK ing., PRAHA

(54) Zapojení pro omezení vstupu vyšších harmonických proudů do rozvodné sítě

Vynález se týká zapojení omezujícího vstup vyšších harmonických proudů do rozvodné napájecí sítě, jejichž zdroji jsou například tyristorové měniče, obloukové pece atd.

Zejména zaváděním elektrických pohonů, které jsou napájeny tyristorovými měniči, objevují se v napájecí rozvodné síti různé obtíže, jež jsou způsobovány vyššími harmonickými proudy, vznikajícími při funkci tyristorového měniče. Tak je například nežádoucím způsobem ovlivňován systém hromadného dálkového ovládání (HDO) používaný energetickými závody, jehož funkční kmitočet souhlasí nebo je blízký 23. harmonické složce proudu, která je trvale produkována tyristorovým měničem, případně 21. harmonické složce proudu, jež se objevuje jen při rozběhu nebo brzdění elektrického pohonu. Uvedené obtíže způsobují, že je například nekontrolovatelně ovládáno veřejné osvětlení a zapínání i vypínání tepelných spotřebičů.

Doposud se omezení vstupu vyšších harmonických složek proudu provádí pomocí filtrů, které jsou sestaveny z celé řady rezonančních obvodů, z nichž každý je vyladěn do rezonance pro příslušnou rušivou harmonickou. Tyto filtry jsou připojeny paralelně k síti, což v případě použití systému HDO

v energetické síti má za následek nežádoucí zrušení jako ovládacích signálů. Zařízení je rozměrné, vyžaduje značný obestavěný prostor a je velmi nákladné.

Uvedené nedostatky jsou odstraněny zapojením pro omezení vstupu vyšších harmonických proudů z jejich zdrojů do rozvodné napájecí sítě, které sestává z jednoho nebo dvou napájecích trojfázových transformátorů, trojfázového reaktoru, trojfázového kondenzátoru a trojfázové tlumivky se železným jádrem. Podstata vynálezu spočívá v tom, že primární vinutí prvního napájecího trojfázového transformátoru nebo i druhého napájecího trojfázového transformátoru je zapojeno do tří otevřených fází, přičemž uzel primárního vinutí prvního napájecího trojfázového transformátoru nebo i uzel primárního vinutí druhého napájecího trojfázového transformátoru je tvořen sériovým rezonančním obvodem, jenž je sestaven z trojfázového reaktoru zapojeného do tří otevřených fází a z trojfázového kondenzátoru zapojeného do trojúhelníku. Zároveň je tento sériový rezonanční obvod spolu s rozptylovou reaktancí prvního napájecího trojfázového transformátoru, případně i druhého napájecího trojfázového transformátoru vyladěn do rezonance pro první harmonickou roz-

vodné napájecí sítě a současně je k trojfázovému kondenzátoru připojena trojfázová tlumivka se železným jádrem.

Alternativně je sériový rezonanční obvod sestaven ze sériové kombinace trojfázového reaktoru a trojfázového kondenzátoru. Jednotlivé fáze sériových kombinací jsou vzájemně spojeny do trojúhelníku, přičemž ke každé fázi trojfázového kondenzátoru je paralelně připojena jedna fáze trojfázové tlumivky se železným jádrem.

Zapojení podle vynálezu je ekonomicky výhodné, neboť umožňuje použití menšího počtu dílčích kondenzátorů tvořících trojfázový kondenzátor a takového trojfázového reaktoru, který má větší reaktanci, než je jeho reaktance potřebná pro vytvoření rezonančního obvodu. Postačuje, aby trojfázový reaktor byl dimenzován pouze pro proud první harmonické, neboť vyšší harmonické jsou zapojením podle vynálezu potlačeny.

Na připojeném výkresu je schematicky znázorněn příklad zapojení pro omezení vstupu vyšších harmonických proudů z jejich zdrojů do rozvodné napájecí sítě podle vynálezu. Uvedený příklad je určen pro elektrický pohon, například těžního stroje. Na obr. 1 je schema zapojení, v němž je trojfázový reaktor zapojen do tří otevřených fází a trojfázový kondenzátor je zapojen do trojúhelníku. Trojfázová tlumivka se železným jádrem, připojená paralelně k trojfázovému kondenzátoru je zakreslena v zapojení do hvězdy. Na obr. 2 je znázorněno jiné provedení zapojení, kde trojfázový reaktor má každou svoji fázi v sérii s jednou fází trojfázového kondenzátoru, přičemž jsou tyto tři sériové kombinace vzájemně zapojeny do trojúhelníku. Každá fáze trojfázové tlumivky se železným jádrem je paralelně připojena ke každé fázi trojfázového kondenzátoru.

Pro jednoduchost a lepší názornost jsou na obr. 1 kresleny trojfázové obvody jednopólově, kromě trojfázového kondenzátoru, jenž je znázorněn trojpólově. Obdobně je tomu na obr. 2, kde však je sériová kombinace trojfázového reaktoru a trojfázového kondenzátoru, jakož i trojfázová tlumivka se železným jádrem, zakreslena trojpólově.

Na rozvodnou napájecí síť 1 je přes vypínač 2 paralelně připojen první a druhý napájecí trojfázový transformátor 3A, 3B, z nichž každý je opatřen prvním a druhým sekundárním vinutím y0, d1. Ke každé dvojici těchto sekundárních vinutí y0, d1 je připojen jeden nezakreslený dvanáctipulsní tyristorový měnič, jenž sestává ze dvou šestipulsních trojfázových tyristorových můstků.

Na obr. 1 je uzel každého z obou napájecích trojfázových transformátorů 3A, 3B, vytvářející ze spojení do tří otevřených fází spojení do hvězdy, tvořen uzlem transfigurovaných kapacit trojfázového kondenzátoru 5, jež jsou zapojeny do hvězdy. Trojfázová

tlumivka 6 se železným jádrem, zapojená paralelně k trojfázovému kondenzátoru 5, je zapojena do hvězdy.

Na obr. 2 je uzel každého z obou napájecích trojfázových transformátorů 3A, 3B, vytvářející ze spojení do tří otevřených fází spojení do hvězdy, tvořen uzlem transfigurovaných sériových kombinací jednotlivých fází trojfázového reaktoru 4 a trojfázového kondenzátoru 5, jež jsou zapojeny do hvězdy. Trojfázová tlumivka 6 se železným jádrem má každou svoji fázi připojenou paralelně k příslušné fázi trojfázového kondenzátoru 5.

Funkce zapojení podle vynálezu je následující: z obou napájecích trojfázových transformátorů 3A, 3B pracuje vždy jenom jeden, a to podle požadovaného směru chodu elektrického pohonu, napájeného například z dvanáctipulsního tyristorového měniče, jehož jeden šestipulsní trojfázový tyristorový můstek je připojen na první sekundární vinutí y0, například prvního napájecího trojfázového transformátoru 3A a druhý šestipulsní trojfázový tyristorový můstek na druhé sekundární vinutí d1 téhož transformátoru 3A. Druhý napájecí trojfázový transformátor 3B jde naprázdno. Zatěžování jednotlivých napájecích trojfázových transformátorů 3A, případně 3B se provádí řízením zapalovacích impulsů šestipulsních trojfázových můstků.

Reaktance trojfázového reaktoru 4 spolu s rozptylovou reaktancí pracujícího například prvního napájecího trojfázového transformátoru 3A tvoří spolu s trojfázovým kondenzátorem 5 sériový rezonanční obvod, který je vyladěn do rezonance pro první harmonickou, takže jeho impedance je nulová a funguje proto pro první harmonickou jako vodivé kovové spojení. Jestliže se trojfázový kondenzátor 5 vytvoří z dílčích trojfázových kondenzátorů, například pro kompenzaci účinku pro 6 kV, musí být napětí na každé jeho fázi voleno tak, aby i při zvýšení, například dvojnásobném jmenovitém primárním proudu trojfázového transformátoru 3A, respektive 3B, odpovídajícím zvýšení, například dvojnásobnému rozběhovému proudu těžního motoru, bylo s dostatečnou rezervou nižší, než je jmenovité napětí trojfázového kondenzátoru 5, tj. například 6 kV.

Poněvadž se ale výkon kondenzátoru mění se čtvercem napětí, klesne pak pracovní výkon trojfázového kondenzátoru 5 značně pod jmenovitou hodnotu výkonu při 6 kV.

Pro potřebný výkon trojfázového kondenzátoru 5 v rezonančním sériovém obvodu byl by pak potřebný velký počet dílčích kondenzátorů, z nichž každý pracuje se sníženým napětím, čili s malým výkonem.

Jestliže se trojfázový kondenzátor zapojí do trojúhelníku, bude na každé jeho fázi $\sqrt{3}$ -krát vyšší napětí než provozní fázové a vzhledem ke kvadratické závislosti výkonu

kondenzátoru na napětí bude jeho výkon trojnásobný než při řazení trojfázového kondenzátoru do hvězdy.

V důsledku toho stačí pak pro vytvoření potřebného trojfázového kondenzátoru 5 sériového rezonančního obvodu jen třetinový počet dílčích trojfázových kondenzátorů, než při jejich řazení do hvězdy.

Při zapojení podle obr. 2, kdy i trojfázový reaktor 4 doplňující rozptylovou reaktanci trojfázového transformátoru 3A nebo 3B tvoří spolu s příslušným trojfázovým kondenzátorem 5 jednotlivé fáze trojúhelníku, vzniká výhoda v tom, že potřebná reaktance sériového rezonančního obvodu je docílena třikrát větší reaktancí, než při zapojení trojfázového reaktoru 4 do otevřených fází.

Sériový rezonanční obvod, vyladěný do rezonance pro první harmonickou, má pro harmonické n -tého řádu výslednou reaktanci

$$X_n = X_1 \cdot \left(n - \frac{1}{n} \right), \text{ kde } X_1 \text{ je reaktance troj-}$$

fázového reaktoru 4 nebo trojfázového kondenzátoru 5 pro první harmonickou. Tím se klade vyšším harmonickým proti proniknutí do rozvodné sítě velká reaktance, která je nepropustí.

Přitom zařízení podle vynálezu neklade první harmonické žádnou reaktanci, takže při změně zatížení nevznikají nežádoucí úbytky napětí.

Okolnost, že primární vinutí nezatíženého napájecího trojfázového transformátoru, například 3B, zůstává paralelně připojeno

k primárnímu vinutí zatíženého napájecího trojfázového transformátoru, například 3A, nemá na funkci vynálezu vliv pro vysokou magnetizační reaktanci primárního vinutí nezatíženého trojfázového transformátoru, která prakticky neovlivňuje rozptylovou reaktanci napájecího trojfázového transformátoru 3A.

Vložení sériového rezonančního obvodu za primární vinutí obou napájecích trojfázových transformátorů 3A, 3B ve směru od rozvodné napájecí sítě 1, má současně tu výhodu, že proti zemi je možné obě součásti sériového rezonančního obvodu izolovat jen na fázové napětí sítě, která pracuje buď s izolovaným nulovým bodem nepřímou uzemněným přes zhášecí cívku, protože v případech zemního spojení v síti se na těchto součástech objeví jen fázové napětí sítě, nikoliv napětí sdružené.

Aby v případě zkratu, například při prohoření tyristorového měniče na sekundární straně jednoho z trojfázových transformátorů 3A nebo 3B nevznikl na trojfázovém kondenzátoru 5 pro něj nebezpečný úbytek napětí, je paralelně k tomuto kondenzátoru 5 připojena trojfázová tlumivka 6 se železným jádrem, která se přesytí při napětí, které trojfázový kondenzátor 5 ještě bezpečně snese, takže jej při vyšším napětí prakticky přemostí a zabrání jeho proražení. Trojfázová tlumivka 6 se železným jádrem může mít malou typovou velikost, neboť celé zařízení je v zápětí po vzniku zkratu odpojeno nadproudovou ochranou, tj. vypínačem 2.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení pro omezení vstupu vyšších harmonických proudů do rozvodné sítě, sestávající z jednoho nebo dvou napájecích trojfázových transformátorů, trojfázového reaktoru, trojfázového kondenzátoru a trojfázové tlumivky se železným jádrem, vyznačené tím, že primární vinutí prvního napájecího trojfázového transformátoru (3A) nebo i druhého napájecího trojfázového transformátoru (3B) je zapojeno do tří otevřených fází, přičemž uzel primárního vinutí prvního napájecího trojfázového transformátoru (3A) nebo i uzel primárního vinutí druhého napájecího trojfázového transformátoru (3B) je tvořen sériovým rezonančním obvodem sestaveným z trojfázového reaktoru (4) zapojeného do tří otevřených fází a z trojfázového kondenzátoru (5) zapojeného do trojúhelníku, zároveň je tento sériový rezonanční obvod spolu s rozptylovou re-

aktancí prvního napájecího trojfázového transformátoru (3A), případně i druhého napájecího trojfázového transformátoru (3B) vyladěný do rezonance pro první harmonickou rozvodné napájecí sítě (1) a současně je k trojfázovému kondenzátoru (5) připojena trojfázová tlumivka (6) se železným jádrem.

2. Zapojení pro omezení vstupu vyšších harmonických proudů z jejich zdrojů do rozvodné sítě podle bodu 1, vyznačené tím, že sériový rezonanční obvod je sestaven ze sériové kombinace trojfázového reaktoru (4) a trojfázového kondenzátoru (5), jednotlivé fáze sériových kombinací jsou vzájemně spojeny do trojúhelníku, přičemž ke každé fázi trojfázového kondenzátoru (5) je paralelně připojena jedna fáze trojfázové tlumivky (6) se železným jádrem.

225575

