



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

200 732

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 23 05 78
(21) FV 3332-78

(51) Int. Cl.³ H 02 J 3/18

(40) Zveřejněno 31 01 80

(45) Vydáno 01 02 83

(75)

Autor vynálezu LEDR ZDENĚK ing., PRAHA

(54) ELEKTRICKÉ ZAPOJENÍ SAMOČINNÉHO STATICKÉHO KOMPENZÁTORU

1

Vynález se týká elektrického zapojení samočinného statického kompenzátoru, zejména pro tyristorové měniče, jejichž jalový výkon má být vykompenzován a které jsou vybaveny filtry pro pátou, sedmou a jedenáctou harmonickou.

Jsou známy samočinné statické kompenzátory, užívající seriovou kombinaci střídavého vinutí transduktoru s pomocným kondenzátorem, paralelně připojenou na přípojnici k hlavnímu kondenzátoru. Transduktory pro tyto účely musí mít speciální konstrukci se šesti sloupky magnetického obvodu a s několika vinutími a jejich stejnosměrný budicí proud je ovládán regulátorem $\cos \varphi$, resp. regulátorem jalové složky proudu. Toto zařízení je složité a pro speciální konstrukci transduktoru i nákladné.

Dále jsou známy statické kompenzátory, u nichž je k přípojnici přes tyristorový spínač ovládaný regulátorem $\cos \varphi$ nebo jalové složky proudu připojen kompenzační kondenzátor. I tato zařízení jsou však komplikovaná a nákladná z důvodu nutného velkého výkonu tyristorového spínače a filtračního zařízení potřebného k odstranění nežádoucí silné vlnitosti proudu, případně napětí, způsobené tímto tyristorovým spínačem.

Kromě uvedených soustav statických kompenzátorů je známa i kompenzační soustava pracující jako stabilizátor napětí a využívající opět sériové kombinace pomocného kondenzátoru, avšak s tlumivkou s přirozeným sycením, přičemž tato sériová kombinace je připojena na pří-

pojnice paralelně k hlavnímu kondenzátoru. Vzhledem k nutnému vysokému magnetickému sycení železa tlumivky měla by tato tlumivka ve svém magnetizačním proudu značně vyvinuté liché harmonické, z nichž by zvláště vynikaly liché harmonické dělitelné třemi, tj. třetí, devátá a patnáctá. Aby od těchto nebezpečných složek magnetizačního proudu nedocházelo k deformaci napětí na impendacích sítě, jsou v nutném trojfázovém uspořádání pracovní vinutí tří jednofázových dílčích tlumivek zapojena do trojúhelníku. V případě, že by tato vinutí byla zapojena do hvězdy, musely by být všechny jednofázové dílčí tlumivky vybaveny pomocným vinutím, vzájemně zapojeným do trojúhelníku, aby byly utlumeny magnetické toky lichých harmonických dělitelných třemi, které by se objevily při vnucené magnetizaci, která by nutně nastala u zapojení do hvězdy. Aby v případě použití trojfázové tlumivky s obvyklým nesymetrickým uspořádáním magnetického obvodu jádrového typu, která je zapojena do hvězdy, nebyly odebírány ze sítě liché složky magnetizačního proudu dělitelné třemi, musela by tato trojfázová tlumivka mít opět pomocné vinutí zapojené do trojúhelníku, což je nutné také proto, aby se utlumily magnetické toky dané rozdílnými magnetizačními proudy krajních sloupků magnetického obvodu proti sloupku střednímu při zapojení pracovního vinutí do hvězdy.

Také se pro tyto statické kompenzátory s přirozeně sycenými tlumivkami používá zvláštních konstrukcí tlumivek, které mají devět sloupků magnetického obvodu a několik různě zapojených vinutí, takže neodebírají ze sítě vůbec vyšší harmonické. Takové uspořádání tlumivky s přirozeným sycením, které je známé pod názvem "treble-tripler" je pak rovněž značně složitě.

U uvedených známých zapojení je pro vykompenzování zbytkové reaktance jednofázových dílčích tlumivek za účelem získání velmi tvrdé charakteristiky kompenzátoru nutné vytvořit sériovou kombinaci každé fáze jednofázové dílčí tlumivky s pomocným kondenzátorem.

To ale vyžaduje, aby každá fáze pomocného kondenzátoru měla vyvedeny dvě svorky, aby bylo možné řadit tři dílčí sériové kombinace do trojúhelníku. Běžné trojfázové kondenzátory pro vysoké napětí, používané pro kompenzaci $\cos \varphi$ se zapojují do trojúhelníku proto, aby jejich fázové kapacity mohly být jenom třetinové oproti fázovým kapacitám při zapojení do hvězdy. Tyto kondenzátory mají však vyvedeny pouze tři svorky místo nutných šesti svorek.

Tyto nevýhody jsou odstraněny elektrickým zapojením samočinného statického kompenzátoru podle vynálezu, jehož podstatou je, že tři sériové kombinace, z nichž každá sestává z jedné jednofázové dílčí tlumivky a primárního vinutí jednofázového dílčího proudového transformátoru, jsou zapojeny navzájem do trojúhelníku a sekundární vinutí jednofázových dílčích proudových transformátorů jsou zapojena vzájemně do hvězdy a připojena na trojfázový pomocný kondenzátor se třemi svorkami. Tři uvedené sériové kombinace jednofázové dílčí tlumivky a primárního vinutí jednofázového dílčího proudového transformátoru, které jsou navzájem zapojené do trojúhelníku, jsou přes přípojnice paralelně připojeny k hlavnímu trojfázovému kondenzátoru a ke třem trojfázovým filtrům pro pátou, sedmou a jedenáctou harmonickou.

Sériové kombinace mohou však být zapojeny i do hvězdy, ale v tomto případě musí mít každá jednofázová dílčí tlumivka ještě jedno pomocné vinutí. Tato pomocná vinutí jsou vzájemně zapojena do trojúhelníku. V této úpravě mohou být sekundární vinutí jednofázových díl-

čích proudových transformátorů zapojena buď do hvězdy nebo do trojúhelníku.

Elektrické zapojení samočinného statického kompenzátoru podle vynálezu je jednoduché a spolehlivé. Umožňuje použití pomocného kondenzátoru se třemi svorkami v zapojení do trojúhelníku nebo do hvězdy a vzhledem k jednofázovým dílčím proudovým transformátorům, které převádějí na primární stranu skutečnou kapacitu pomocného kondenzátoru se čtvercem závitového převodu, může být skutečná kapacita pomocného trojfázového kondenzátoru menší oproti případu jeho přímého zařazení s jednofázovou dílčí tlumivkou.

Elektrické zapojení podle vynálezu nepožaduje na síti dodávku proudu lichých harmonických dělitelných třemi, neboť v uvažovaných zapojeních tyto proudy v přívozech ze sítě vymizí. Zapojení nepožaduje ani dodávku lichých harmonických nedělitelných třemi ze sítě, která je podmíněna přirozenými vlastnostmi magnetických obvodů jednofázových dílčích tlumivek, protože trojfázové filtry, např. tyristorového měniče, tomu brání. To znamená, že pro správnou funkci jednofázových dílčích tlumivek jsou nutné liché harmonické dodávány z těchto filtrů místo ze sítě.

Na připojeném výkresu jsou na obr. 1 a 2 znázorněna příkladná elektrická zapojení samočinného statického kompenzátoru podle vynálezu. Diagram na obr. 3 vyjadřuje charakteristiky jednotlivých součástí samočinného statického kompenzátoru a vysvětluje i jeho funkci.

Na obr. 1 je trojfázově nakresleno zapojení samočinného statického kompenzátoru, kde sériové kombinace každé jednofázové dílčí tlumivky 1 a primárního vinutí 2 každého jednofázového dílčího proudového transformátoru jsou vzájemně zapojeny do trojúhelníku. Sekundární vinutí 4 jednofázových dílčích proudových transformátorů jsou navzájem zapojena do hvězdy a připojena na pomocný trojfázový kondenzátor 5, který je zapojen do trojúhelníku. Uvedené sériové kombinace jsou připojeny na jednotlivé fáze pomocí přípojníc 10, k nimž je zároveň připojen i hlavní trojfázový kondenzátor 6, zapojený do trojúhelníku. Dále jsou k přípojnícím 10 připojeny tři trojfázové filtry 7, 8, 9, z nichž jeden je vyladěn pro pátou harmonickou, druhý pro sedmou harmonickou a třetí pro jedenáctou harmonickou. Tyto trojfázové filtry jsou vytvořeny jako sériové rezonanční obvody, sestávající například z trojfázové tlumivky a trojfázového kondenzátoru, zapojeného do trojúhelníku.

Na obr. 2 je trojfázově nakresleno schéma, kde sériové kombinace každé jednofázové dílčí tlumivky 1 a primárního vinutí 2 každého jednofázového dílčího proudového transformátoru jsou navzájem zapojeny do hvězdy. V tomto případě musí mít každá jednofázová dílčí tlumivka 1 ještě jedno pomocné vinutí 3, které je s pomocnými vinutími 3 ostatních jednofázových dílčích tlumivek 1 vzájemně zapojeno do trojúhelníku. V této úpravě mohou být sekundární vinutí 4 jednofázových dílčích proudových transformátorů zapojena buď do hvězdy nebo do trojúhelníku.

Funkce zapojení je vysvětlena charakteristikami jeho jednotlivých součástí v diagramu na obr. 3 takto:

Charakteristika 20, tj. $\underline{U} = f / \underline{I}_L$ značí závislost napětí $\underline{U}$ jednofázové dílčí tlumivky 1 na jejím proudu $\underline{I}_L$. Přesycená větev této charakteristiky svírá s osou proudu $\underline{I}_L$ úhel $\propto$.

Charakteristika 30, tj. $\underline{U}_P = f / \underline{I}_L$ značí závislost napětí $\underline{U}_P$ primárního vinutí 2 jed-

nofázového dílčího proudového transformátoru na jeho primární proud I_L pro případ, že sekundární vinutí 4 jednofázového dílčího proudového transformátoru je připojeno na pomocný kondenzátor 5. Charakteristika 30 svírá s osou proudu I_L úhel $-\beta$. Při vhodné volbě závitového převodu jednofázového dílčího proudového transformátoru a vhodné volbě kapacity pomocného trojfázového kondenzátoru 5 je možné dosáhnout, že $\alpha = -\beta$. Pak dochází téměř k vykompenzování zbytkové reaktance jednofázové dílčí tlumivky 1 a výsledná charakteristika sériové kombinace jednofázové dílčí tlumivky 1 a primárního vinutí 2 je dána křivkou 40, tj.

$$\underline{U} - \underline{U}_P = f / \underline{I}_L /.$$

Charakteristika 50, tj. $\underline{U}_C = f / \underline{I}_C /$ je závislost napětí $\underline{U}_C$ hlavního trojfázového kondenzátoru 6 na jeho proudu $\underline{I}_C$.

Charakteristika 60 je výslednou charakteristikou statického kompenzátoru, danou vektorovým součtem proudů $\underline{I}_L$ a $\underline{I}_C$, které jsou vzájemně v opozici, tj. rozdílem charakteristiky 50 a charakteristiky 40. Sekundární vinutí 4 jednofázového dílčího proudového transformátoru v jednotlivých fázích sériových kombinací, tj. jednofázové dílčí tlumivky 1 a primárního vinutí 2 jednofázového dílčího proudového transformátoru, jsou na obr. 1 vzájemně zapojena do hvězdy, neboť uvedené sériové kombinace jsou protékány proudy lichých harmonických dělitelných třemi a v případě, že by sekundární vinutí 4 jednofázových dílčích proudových transformátorů byla spojena do trojúhelníku, vyvinuly by se v něm proudy těchto harmonických a tepelně by sekundární vinutí 4 zbytečně namáhaly.

Jednofázový dílčí proudový transformátor s primárním vinutím 2 a sekundárním vinutím 4 je kapacitně zatížen pomocným trojfázovým kondenzátorem 5, takže se na své primární straně chová jako kondenzátor o kapacitě $p^2 \cdot C_p$, kde p je závitový převod sekundárního vinutí 4 k primárnímu vinutí 2 jednofázového dílčího proudového transformátoru a kde C_p je skutečná fázová kapacita pomocného kondenzátoru 5, transfigurovaná do spojení hvězda ze skutečného spojení do trojúhelníku. Jednofázový dílčí proudový transformátor tedy umožňuje použití menší kapacity pomocného kondenzátoru 5, než kdyby kondenzátor 5 byl přímo zařazen do série s jednofázovou dílčí tlumivkou 1 a kdyby musel mít dvě sverky pro každou svou fázi.

Trojfázové filtry 7, 8, 9, vytvořené jako sériové rezonanční obvody, paralelně připojené na přípojnice 10, jsou vyladěny pro pátou, sedmou a jedenáctou harmonickou a jsou to například filtry nezakresleného tyristorového měniče, jehož jalový výkon má být samočinným statickým kompenzátozem vykompenzován. Tyto trojfázové filtry 7, 8, 9 dodávají magnetizačnímu proudu jednofázových dílčích tlumivek 1 potřebné uvedené harmonické, takže je od nich odlehčena síť, která je připojena k přípojnícím 10.

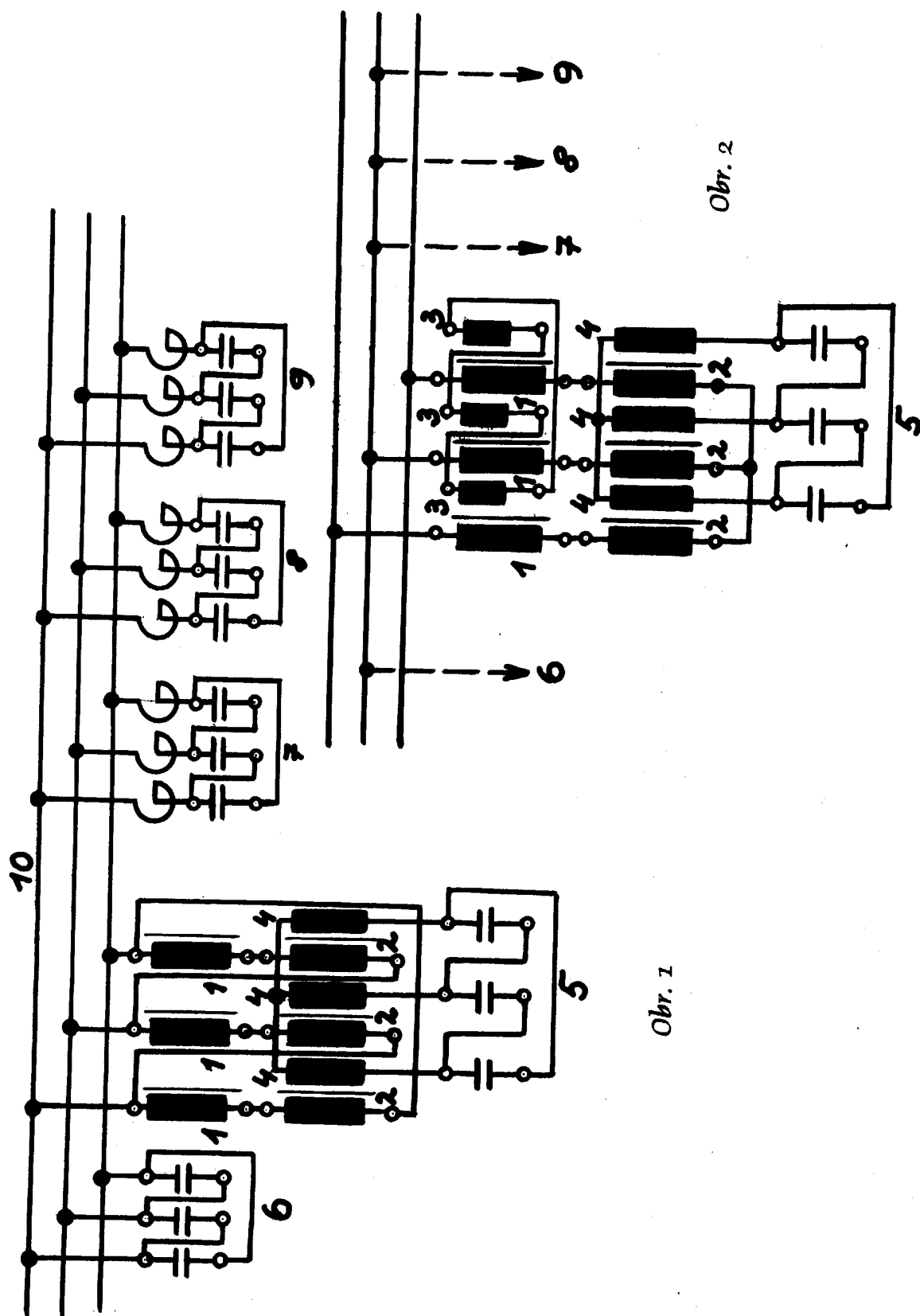
PŘEDMĚT VÝNÁLEZU

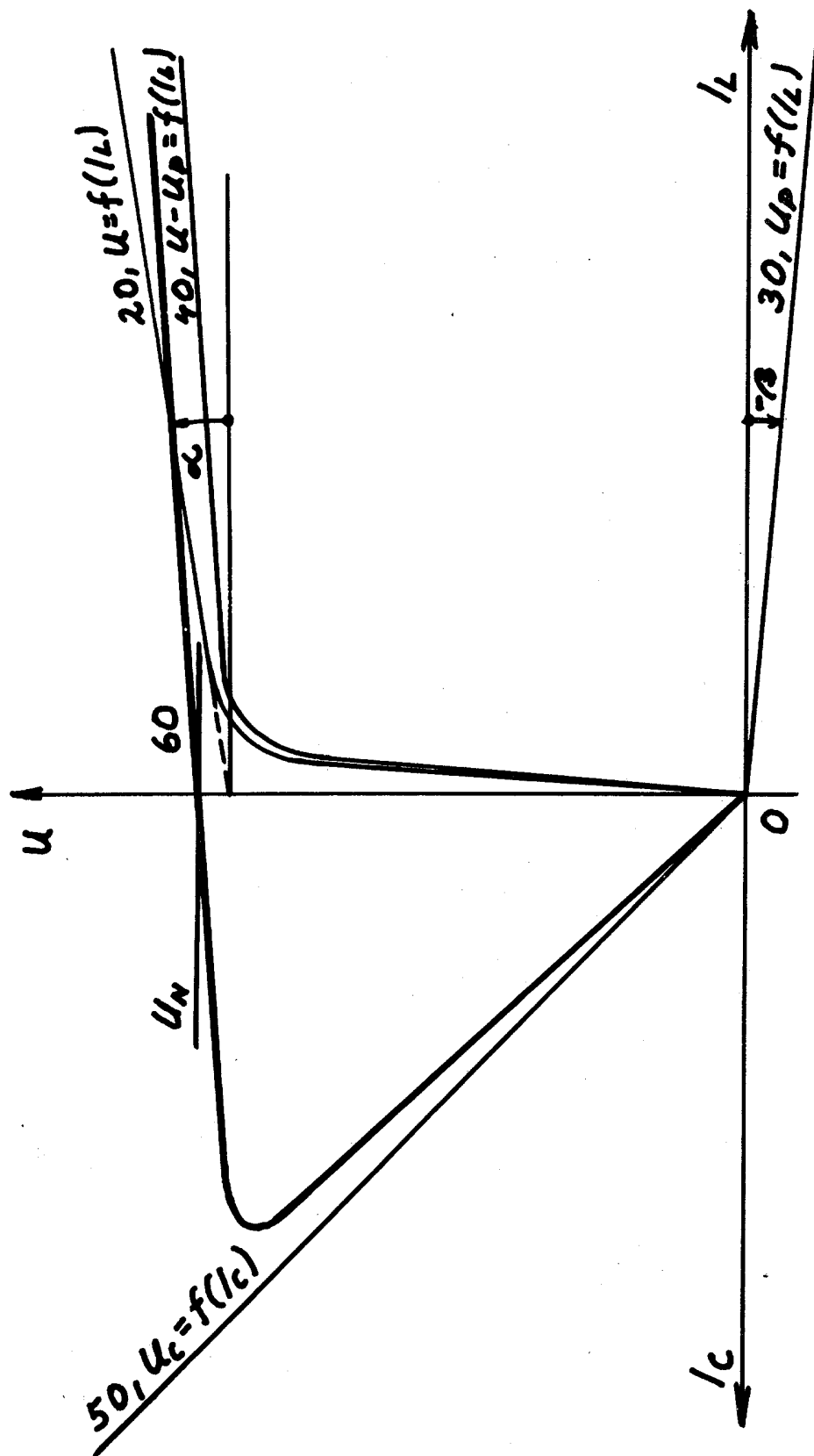
1. Elektrické zapojení samočinného statického kompenzátoru, sestávající ze tří jednofázových dílčích tlumivek, tří jednofázových dílčích proudových transformátorů, hlavního trojfázového kondenzátoru, pomocného trojfázového kondenzátoru a tří trojfázových filtrů pro pátou, sedmou a jedenáctou harmonickou, vyznačené tím, že tři sériové kombinace jednofázové dílčí tlumivky /1/ a primárního vinutí /2/ jednofázového dílčího proudového transformáto-

ru jsou zapojeny navzájem do trojúhelníku a sekundární vinutí /4/ jednofázových dílčích proudových transformátorů jsou zapojena vzájemně do hvězdy a připojena na trojfázový pomocný kondenzátor /5/ se třemi svorkami, přičemž tři sériové kombinace jednofázové dílčí tlumivky /1/ a primárního vinutí /2/ jednofázového dílčího proudového transformátoru navzájem zapojené do trojúhelníku jsou přes přípojnice /10/ paralelně připojeny k hlavnímu trojfázovému kondenzátoru /6/ a ke třem trojfázovým filtrům /7, 8, 9/ pro pátou, sedmou a jedenáctou harmonickou.

2. Elektrické zapojení podle bodu 1, vyznačené tím, že tři sériové kombinace jednofázové dílčí tlumivky /1/ a primárního vinutí /2/ jednofázového dílčího proudového transformátoru jsou zapojeny navzájem do hvězdy, přičemž pomocná vinutí /3/ každé jednofázové dílčí tlumivky /1/ jsou vzájemně zapojena do trojúhelníku.
3. Elektrické zapojení podle bodu 2, vyznačené tím, že sekundární vinutí /4/ jednofázových dílčích proudových transformátorů jsou vzájemně zapojena do trojúhelníku.

3 výkresy





Obt. 3