



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

202 203

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³

H 02 P 13/00

(22) Přihlášeno 23 01 78

(21) PV 428-78

(40) Zveřejněno 30 04 80

(45) Vydáno 30 06 82

(75)

Autor vynálezu

OLŠVANG Michail Vulfovič, CFASMAN Grigorij Matvjejevič, Moskva a
ŠEREMET Alexej Antonovič, Mytiši (SSSR)

(54) Způsob řízení statických ventilových měničů a zařízení k provádění
tohoto způsobu

1

Vynález se týká způsobu řízení statických ventilových měničů, u něhož se fáze řídicích impulsů ventilů statického ventilového měniče mění v závislosti na řídicím signálu, zjišťuje se odchylka mezi skutečnou a požadovanou fází řídicích impulsů každého ventilu a tato odchylka se mění na napětí a koriguje se fáze řídicích impulsů pro příslušné ventily úměrně k získaným napětím ve směru zmenšení této odchylky.

Vynález se dále týká zařízení k provádění tohoto způsobu, opatřeného blokem fázově impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů a s ním vázaným blokem automatické symetrizace řídicích impulsů.

Vynálezu se využívá v řídicích zařízeních měničů pro přenos stejnosměrného proudu.

Růst výkonu soudobých měničů vede ke zvyšování požadavků na dokonalost jejich řízení. Tyto požadavky jsou často protichůdné. Tak například k těmto požadavkům patří požadavek maximální pracovní rychlosti řídicího zařízení a vysoká symetričnost impulsů v ustálených režimech, což lze obzvláště těžko realizovat, jsou-li na řídicí signál superponovány poruchy.

Je znám způsob řízení statických ventilových měničů, který umožňuje dosažení vysoké symetričnosti řídicích impulsů v ustálených režimech při zachování vysoké rychlosti řídicího systému. Tento způsob spočívá v tom, že se v závislosti na řídicím signálu mění úhel řízení ventilů, získává se odchylka mezi skutečnou fází řídicích im-

2

pulsů ventilů a fází požadovanou, tato odchylka se převádí na napětí a koriguje se fáze řídicích impulsů příslušných ventilů podle zjištěných napětí ve směru zmenšení odchylky.

Získaná odchylka se přivádí na vstup řídicího zařízení pro korekci fáze impulsů ve směru zmenšení odchylky.

Vysoké symetrie impulsů se dosahuje tím, že se měří intervaly mezi impulsy následujícími po sobě na výstupu řídicího zařízení, tyto intervaly se převádějí na napětí a porovnávají se s požadovanou hodnotou intervalu, která se získává v podobě napětí, jež je přímo úměrné poměru délky periody sítě a počtu impulsů měniče.

Známe zařízení zahrnuje blok fázově impulsní přeměny a s ním vázaný blok automatické symetrizace impulsů, který vytváří signál korekce fáze impulsů. Blok automatické symetrizace impulsů obsahuje derivační obvody, k nimž jsou přiváděny výstupní impulsy bloku fázově impulsní přeměny. Výstupní impulsy těchto obvodů řídí přes součtový obvod dva samostatné monostabilní klopné obvody, z nichž první vytváří krátké a druhý dlouhé impulsy. Rozdíl mezi periodou přeměny a délkou impulsu druhého monostabilního klopného obvodu určuje dovolenou oblast měření odchylky intervalů.

Impuls prvního monostabilního klopného obvodu působením na analogový spínač připojuje na vstup generátoru pilovitého napětí zdrojem stejnosměrného kladného napě-

tí, čímž se zajišťuje vynulování výstupního napětí generátoru. Po ukončení impulsu nulování začíná napětí generátoru lineárně narůstat a jeho hodnota bezprostředně před následujícím nulovacím impulsem odpovídá délce intervalu mezi impulsy. Uvedené prvky jako celek tvoří jednotku pro přeměnu intervalu v napětí a pro jeho měření.

Jednotka zadání požadované hodnoty intervalu je tvořena potenciometrem a napětí na něm se porovnává s napětím generátoru na sumátoru. Výstupní napětí sumátoru, představující pilovité napětí posunuté o hodnotu napětí na potenciometru, se přivádí přes analogový spínač do paměťového členu. Záznam v paměťovém členu se děje v intervalech mezi impulsy druhého monostabilního klopného obvodu. V paměťovém členu se zaznamenává úroveň, dosahovaná posunutým pilovitým napětím v okamžiku nulovacího impulsu. Při symetrickém režimu je zafixováno napětí rovné nule. Při výskytu nesymetrie řídicích impulsů je napětí na paměťovém členu přímo úměrné odchylce intervalů od požadované hodnoty.

V mezerách mezi záznamem, to jest v době působení impulsu druhého monostabilního klopného obvodu, se napětí z výstupu paměťového členu přivádí na integrátor odpovídajícího korekčního kanálu. Počet integrátorů je roven počtu ventilů měniče. Připojení paměťového členu k odpovídajícímu integrátoru se provádí analogovými spínači řízenými jednoduchými logickými obvody. Analogové spínače na výstupu integrátoru vytvářejí společný korekční signál, kterým se, jak již uvedeno, odstraňuje asymetrie řídicích impulsů při přivedení tohoto signálu na vstup řídicího zařízení.

K odstranění chyb aparatury je mezi vstupem paměťového členu a vstupem generátoru pilovitého napětí záporná zpětná vazba. Obvod zpětné vazby se uzavírá na dobu, která je určována impulsy druhého monostabilního klopného obvodu.

Aby se odstranila stejnosměrná složka v korekčním signálu, která může vyvolat posunutí regulační charakteristiky řídicího zařízení, sčítají se signály z výstupů integrátorů algebraicky a jejich součet se v podobě společného signálu záporné zpětné vazby vede přes stejné obvody RC na vstupy všech integrátorů.

Při změně kmitočtu sítě se však objeví v signálu odchylky chybová složka. Pro kompenzaci této složky na vstupu integrátorů vytváří sumátor stejnosměrný signál. Protože ovšem hodnoty odporů v obvodech RC mají rozptyl, objevují se na výstupech integrátorů signály tento rozptyl kompenzující a z toho vyplývá asymetrie. Dokonalá shoda intervalů mezi impulsy je možná pouze v bodě seřízení. Zmenšení asymetrie na přípustné hodnoty je dosažitelné jen zvýšením požadavků na přesnost obvodů RC.

Zařízení je velmi málo nezávislé na poru-

chách. Asymetrie, která je způsobena poruchou, superponovanou na výstupu paměťového členu na signálu odchylky, bude přímo úměrná násobku amplitudy poruchy a délky impulsu druhého monostabilního klopného obvodu, která je poměrně velká.

Cílem vynálezu je vytvoření způsobu řízení statických ventilových měničů a zařízení k provádění tohoto způsobu, které by zabezpečily vysokou přesnost symetrizace řídicích impulsů.

Dalším cílem tohoto vynálezu je zvýšení nezávislosti řídicího zařízení statických ventilových měničů na poruchách.

Podstata vynálezu vyplývá z úkolu vytvořit způsob ovládání statických usměrňovacích měničů a zařízení k provádění tohoto způsobu, což by jako celek zajistilo vysokou přesnost symetrizace řídicích impulsů a spolehlivou ochranu proti poruchám.

Tento úkol je vyřešen u způsobu podle vynálezu tím, že se pro získání odchylky vytváří ekvidistantní sled impulsů o kmitočtu rovném kmitočtu přeměny, nastavuje se fáze ekvidistantního sledu impulsů tak, aby střední hodnota odchylky fáze impulsů ekvidistantního sledu impulsů a příslušných řídicích impulsů všech ventilů měla střední hodnotu nepřevyšující interval mezi dvěma po sobě jdoucími řídicími impulsy a zjišťuje se odchylka fáze impulsů odděleně pro každý ventil.

Nejefektivněji je tento úkol vyřešen, když pro zvýšení nezávislosti na poruchách se fáze impulsů ekvidistantního sledu impulsů nastavuje tak, aby střední hodnota odchylky fáze impulsů ekvidistantního sledu impulsů a příslušných řídicích impulsů všech ventilů byla rovna nule.

Pro zajištění nulové odchylky střední hodnoty odchylky fáze řídicích impulsů je možné napětí odpovídající těmto odchylkám sčítat u všech fází a měnit kmitočet impulsů ekvidistantního sledu impulsů úměrně k získávanému součtovému signálu ve směru jeho zmenšení.

Je účelné, aby součtový signál byl předem vyhlazován.

Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu je vytvořeno tak, že blok automatické symetrizace řídicích impulsů obsahuje jednotku vytváření ekvidistantního sledu impulsů, do níž je včleněn řízený generátor impulsů, měřič fázové odchylky, připojený na výstupy řízeného generátoru impulsů, a tvarovač signálů odchylky, jehož vstupy jsou spojeny s prvním výstupem a druhým výstupem měřiče fázové odchylky a jehož výstup je spojen přes první nízkofrekvenční filtr se vstupem řízeného generátoru impulsů, dále člen pro vytváření sledu úzkých impulsů s čely koincidujícími s čely příslušných řídicích impulsů, jehož vstupy jsou spojeny s příslušnými výstupy bloku fázové impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů a jehož výstup je spojen s druhým vstupem měřiče fázové odchylky,

tvárovací signálů korekce symetrie v počtu odpovídajícím počtu fáze přeměny, připojené k výstupu tvarovače signálů odchylky a obsahující každý v sériovém zapojení vstupní analogový spínač, integrátor a výstupní analogový spínač, přičemž výstup výstupního analogového spínače každého tvarovače signálů korekce symetrie je spojen s korekčním vstupem bloku fázověimpulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů, dále obvod dvojitého logického součinu v počtu odpovídajícím počtu fází přeměny, jejichž vstupy jsou připojeny k příslušným výstupům bloku fázověimpulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů a jejichž výstupy jsou připojeny k řídicím vstupům výstupních analogových spínačů tvarovačů signálů korekce symetrie téže fáze přeměny, a logické obvody v počtu odpovídajícím počtu fáz přeměny, z nichž každý má první součinný obvod a druhý součinný obvod a k jejich výstupům připojený součtový obvod, přičemž výstup součtového obvodu je připojen ke vstupu tvarovače signálů korekce symetrie téže fáze přeměny, první vstupy prvních součinných obvodů a druhých součinných obvodů jsou spojeny s příslušnými výstupy měřiče fázové odchylky, druhé vstupy prvních součinných obvodů a druhých součinných obvodů jsou spojeny s výstupem příslušných obvodů dvojitého logického součinu a výstupy prvních součinných obvodů a druhých součinných obvodů jsou spojeny s řídicími vstupy analogových spínačů příslušných tvarovačů signálů korekce symetrie.

U výhodného řešení k uskutečnění oddělené korekce protifázové a mezifázové asymetrie blok automatické symetrizace řídicích impulsů obsahuje měnič signálů protifázové odchylky, připojený vstupy k prvnímu a druhému výstupu měřiče fázové odchylky a k výstupům bloku fázověimpulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů a výstupem ke vstupům jedné skupiny tvarovačů signálů korekce symetrie odpovídajících sudým nebo lichým ventilům statického ventilového měniče, kdežto vstupy ostatních tvarovačů signálů korekce symetrie, tvořících druhou skupinu tvarovačů signálů korekce symetrie, jsou připojeny k výstupu tvarovače signálů odchylky, dále obvody dvojitého logického součinu, jejichž počet je dvakrát menší než je počet fází přeměny, jejichž vstupy jsou spojeny s výstupy příslušných obvodů dvojitého logického součinu a jejichž výstupy jsou spojeny s řídicími vstupy výstupních analogových spínačů druhé skupiny tvarovačů signálů korekce symetrie, přičemž řídicí vstupy výstupních analogových spínačů první skupiny tvarovačů signálů korekce symetrie jsou připojeny k výstupům příslušných obvodů dvojitého logického součinu, a sumátor, jehož vstupy jsou spojeny s výstupy

tvárovací signálů korekce symetrie a jehož výstup je spojen s korekčním vstupem bloku fázověimpulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů, přičemž druhé vstupy prvního součinného obvodu a druhého součinného obvodu logických obvodů jsou spojeny s výstupy příslušných obvodů dvojitého logického součinu.

Blok automatické symetrizace řídicích impulsů může mít přídatný sumátor, jehož vstupy jsou připojeny k výstupům integrátoru všech tvarovačů signálu korekce symetrie, přičemž jeho výstup je připojen ke vstupu řízeného generátoru impulsů.

Je výhodné, když výstup přídatného sumátoru je připojen ke vstupu řízeného generátoru impulsů přes první nízkofrekvenční filtr.

Je rovněž výhodné, když blok automatické symetrizace řídicích impulsů má přídatný sumátor, jehož výstup je připojen ke vstupu prvního nízkofrekvenčního filtru a jehož vstupy jsou připojeny k výstupům integrátorů všech tvarovačů signálů korekce symetrie a k výstupu tvarovače signálů odchylky pro zajištění elektrické vazby tohoto obvodu s řízeným generátorem impulsů.

Vynálezem navrhované zařízení zabezpečuje vysokou přesnost symetrizace řídicích impulsů a nezávislost celého zařízení proti poruchám.

Další cíle a přednosti tohoto vynálezu vyplynou z dalšího textu a budou objasněny popisem příkladů provedení vynálezu a přiložených výkresů, na nichž obr. 1 znázorňuje řídicí zařízení statických ventilových měničů se společným systémem korekce mezifázové a protifázové asymetrie podle vynálezu, obr. 2 znázorňuje totéž zařízení s oddělenými systémy korekce mezifázové a protifázové asymetrie podle vynálezu, obr. 3 znázorňuje jednotku vytváření ekvidistantního sledu impulsů podle vynálezu, na obr. 4a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l jsou časové diagramy vysvětlující činnost zařízení podle vynálezu znázorněného na obr. 1 a obr. 5a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n jsou časové diagramy vysvětlující činnost zařízení podle vynálezu znázorněného na obr. 2.

Řídicí zařízení statických ventilových měničů se společným systémem korekce mezifázové a protifázové asymetrie se skládá z bloku 1 fázověimpulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů (obr. 1), na jehož princip konstrukce a schema zapojení se nevztahují žádná omezení, se sumačním členem 2, který se v té či oné podobě vždy u takovýchto zařízení vyskytuje, a z bloku 3 automatické symetrizace řídicích impulsů.

Na první vstup 4 bloku se přivádí řídicí signál. Jeho druhý vstup 5 je připojen k výstupu bloku 3 automatické symetrizace řídicích impulsů výstupy 6 bloku 1 fázověimpulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů, jejichž počet odpovídá

počtu fází přeměny a v uvažovaném případě je roven šesti **6—1**, **6—2**, **6—3**, **6—4**, **6—5**, **6—6**, jsou připojeny k příslušným vstupům bloku 3 automatické symetrizace řídicích impulsů. Předpokládá se, že řídicí impulsy mají délku 120 elektrických stupňů.

Blok 3 automatické symetrizace řídicích impulsů obsahuje jako jednu ze základních jednotek jednotku 7 vytváření ekvidistantního sledu impulsů. Je provedena podle principu systémů samočinného fázového doladování kmitočtu a obsahuje řízený generátor 8 impulsů připojený přes první nízkofrekvenční filtr 9 k přídavnému sumátoru 10, vázanému jedním ze vstupů s výstupem tvarovače 11 signálů odchylky, jehož vstupy jsou odpovídajícím způsobem spojeny s prvním výstupem 12 a druhým výstupem 13 měřiče 14 fázové odchylky. Tento je svým prvním vstupem spojen s řízeným generátorem 8 impulsů, druhým vstupem pak se členem 15 vytváření sledu úzkých impulsů, jejichž čela koincidují s čely příslušných řídicích impulsů, přičemž vstupy tohoto členu jsou spojeny s příslušnými impulsními výstupy 6 bloku 1 fázově-impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů.

Člen 15 pro vytváření sledu úzkých impulsů se může skládat například ze sady derivačních obvodů, jejichž výstupy jsou spolu spojeny součtovým obvodem (na výkrese není znázorněn) nebo to může být provedeno libovolným jiným známým způsobem. Na tomto místě je vhodné poznamenat, že u jednokanálových řídicích systémů je u bloku 1 fázově impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů zpravidla výstup s analogovým sledem impulsů. V takových případech je třeba namísto členu 15 pro vytváření sledu úzkých impulsů spojit tento výstup s odpovídajícím vstupem měřiče 14 fázové odchylky (na výkrese není tato varianta znázorněna) a jeho funkci plní blok 1 fázově-impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů.

Na prvním výstupu 12 a na druhém výstupu 13 měřiče 14 fázové odchylky se fázová odchylka mezi impulsy z výstupu 16 řízeného generátoru 8 impulsů a řídicími impulsy z výstupu 6 bloku 1 fázově impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů projevuje délkou impulsů odchylky.

Tvarovač 11 signálů odchylky vytváří v souladu se zvoleným druhem modulace signál odchylky, který se objevuje na jeho výstupu 17, a to v nejjednodušším případě v podobě impulsů různé polarity s konstantní a stejnou amplitudou, jejichž délka je rovna délce odpovídajících impulsů na prvním výstupu 12 a na druhém výstupu 13 měřiče 14 fázové odchylky.

Výstup 17 tvarovače 11 signálů odchylky je spojen se vstupy tvarovačů signálů korekce symetrie, skládajících se každý ze

vstupního analogového spínače 19 a výstupního analogového spínače 20 a integrátoru 21. Vstupem tvarovače signálů korekce symetrie je vstup vstupního analogového spínače 19, výstupem tvarovače signálů korekce symetrie je pak výstup výstupního analogového spínače 20. Integrátor 21 je zapojen mezi vstupním analogovým spínačem 19 a výstupním analogovým spínačem 20.

Počet tvarovačů signálů korekce symetrie je roven počtu ventilů měniče (v našem případě šesti — **18—1**, **18—2**, **18—3**, **18—4**, **18—5**, **18—6**). Výstupy všech tvarovačů signálů korekce symetrie jsou spojeny s druhým vstupem (vstupem korekce symetrie) sumačního členu 2.

Vstupní analogové spínače 19 propouštějí odchylku mezi určitou dvojicí impulsů na integrátor 21 odpovídajícího kanálu korekce symetrie a nepropouštějí do tohoto kanálu odchylky mezi jinými dvojicemi impulsů.

Počet kanálů korekce je roven počtu fází přeměny. Výstupní analogové spínače 20 zajišťují působení korekčního signálu pouze na fázi řídicího impulsu příslušného k tomuto kanálu, proto každý z výstupních analogových spínačů 20 je sepnut pouze během intervalu mezi předcházejícím a řídicím impulsem odpovídajícím tomuto kanálu. Činnost vstupního analogového spínače 19 a výstupního analogového spínače 20 je navzájem sladěna.

K řízení činnosti vstupního analogového spínače 19 a výstupního analogového spínače 20 je každý kanál korekce symetrie vybaven obvodem 22 dvojitého logického součinu (v dalším označené jako **22—1**, **22—2**, **22—3**, **22—4**, **22—5**, **22—6**). Výstup každého obvodu 22 dvojitého logického součinu je připojen k řídicímu vstupu výstupního analogového spínače 20 a ke vstupu logického obvodu 23 (v dalším pro každý kanál **23—1**, **23—2**, **23—3**, **23—4**, **23—5**, **23—6**), který obsahuje první součinný obvod 24 a druhý součinný obvod 25 a k jejich výstupům připojený součtový obvod 26. Výstup tohoto součtového obvodu 26 je spojen s řídicím vstupem vstupního analogového spínače 19. První vstupy prvního součinného obvodu 24 a druhého součinného obvodu 25 logického obvodu 23 jsou odpovídajícím způsobem spojeny s prvním výstupem 12 a druhým výstupem 13 měřiče 14 fázové odchylky, druhé vstupy prvního součinného obvodu 24 a druhého součinného obvodu 25 jsou pak spojeny s výstupy obvodů 22 dvojitého logického součinu vlastního a následujícího kanálu korekce.

Vstupy každého obvodu 22 dvojitého logického součinu jsou ve vazbě s dvěma výstupy 6 bloku 1 fázově impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicího impulsu, na nichž se objevují impulsy bezprostředně před impulsem uvažovaného kanálu. Tak

pro první kanál, který provádí korekci fáze impulsu na výstupu 6—1, je vstup obvodu 22—1 dvojitého logického součinu spojen s výstupy 6—5 a 6—6, pro druhý kanál korekce symetrie impulsu na výstupu 6—2 je vstup obvodu 22—2 dvojitého logického součinu spojen s výstupy 6—6 a 6—1 atd.

Výstupy 27 (27—1, 27—2, 27—3, 27—4, 27—5, 27—6) integrátorů 21 tvarovačů 18—1, 18—2, 18—3, 18—4, 18—5, 18—6 signálů korekce symetrie jsou spojeny se vstupy přídavného sumátoru 10.

V uvažovaném zařízení lze uskutečnit též oddělenou kompenzaci protifázové a mezifázové asymetrie impulsů. Takovýto princip symetrie výrazně rozšiřuje možnosti řídicího systému měniče. Například při dlouhodobých nesymetrických režimech provozu měniče (jednofázové nebo dvoufázové zkraty) se odpojením mezifázové symetrizace zabezpečí výhodnější provozní režim měniče. Přitom se zachovává vysoká symetrie protifázových impulsů. Vedle toho se při odpovídající volbě činitele přenosu zabezpečí větší pracovní rychlost v kanálech protifázové symetrizace, neboť požadavky na zachování protifázové symetrie jsou obvykle v porovnání s požadavky na mezifázovou symetrii vyšší.

Pro korekci mezifázové asymetrie se volí sudé nebo liché řídicí kanály, tedy sudé nebo liché ventily měniče. Doplňující kanály pak budou zajišťovat protifázovou symetrizaci. K integrátorům korektorů mezifázové asymetrie se přivádí součet signálů odchylky, odpovídajících dané fázi sítě, přičemž výstupní signál integrátoru působí na fázi obou řídicích impulsů dané fáze. K modulátorům korekce protifázové asymetrie se přivádí rozdíl signálů odchylky odpovídajících dané fázi, ale signál integrátoru působí pouze na fázi impulsu kanálu protifázové symetrizace. Docílí se toho tím, že se do bloku automatické symetrizace impulsů vloží jednotka pro vytváření signálů protifázové odchylky a přídavný sumátor, místo něhož může být podle přání použit sumační člen 2.

Funkční schéma takovéhoho zařízení je uvedeno na obr. 2. V bloku 3 automatické symetrizace řídicích impulsů je začleněn měnič 28 signálů protifázové odchylky, jehož vstupy jsou spojeny s prvním výstupem 12 a druhým výstupem 13 měřiče 14 fázové odchylky bloku a s výstupy 6 bloku 1 fázověimpulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů. Výstup 29 měniče 28 signálů protifázové odchylky je spojen se vstupy tvarovačů 18—1, 18—2, 18—3, 18—4, 18—5, 18—6 signálů korekce symetrie, zajišťujících protifázovou symetrizaci. V daném případě jsou pro protifázovou symetrizaci vybrány tvarovače 18—2 a 18—6 signálů korekce symetrie, působící na řídicí impulsy sudých ventilů a spojené s výstupy 6—2, 6—4, 6—6 bloku 1, fázověimpulsní

přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů. Vstupy ostatních tvarovačů signálu korekce symetrie jsou připojeny k tvarovači 11 signálů odchylky. Tyto tvarovače 18—1, 18—3, 18—5 signálů korekce symetrie zabezpečují mezifázovou symetrii.

K řízení vstupního analogového spínače 19 a výstupního analogového spínače 20 jsou do tvarovačů signálů korekce symetrie začleněny obvody 30 dvojitého logického součtu, jejichž počet je v porovnání s počtem měněných fází poloviční. V uvažovaném příkladě jsou tyto obvody tři, označené 30—1, 30—2, 30—3, a jejich vstupy jsou spojeny s výstupy obvodů 22 dvojitého logického součinu, odpovídajících dané fázi sítě, výstupy pak jsou spojeny s řídicími vstupy výstupních analogových spínačů 20 tvarovacích tvarovačů signálů korekce symetrie pro korekci mezifázové asymetrie.

Řídicí vstupy výstupních analogových spínačů 20 protifázových kanálů jsou tak jako v předcházejícím příkladu provedení zařízení podle vynálezu spojeny s výstupy obvodů 22 dvojitého logického součinu týkajících se uvažovaných kanálů korekce. Dohodněme se, že pro náš příklad se u bloku 1 fázověimpulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů výstupy 6—1 a 6—4 týkají ventilů fáze u sítě, výstupy 6—3 a 6—6 fáze V sítě a výstupy 6—6 a 6—2 fáze W sítě. V kanále mezifázové nesymetrie fáze u je výstupní analogový spínač 20 tvarovače signálů korekce symetrie spojen s výstupem obvodu 30—1 dvojitého logického součtu, zatímco v kanále protifázové korekce je obdobný výstupní analogový spínač 20 v tvarovači 18—4 signálů korekce symetrie spojen s výstupem obvodu 22—4 dvojitého logického součinu. Počet logických obvodů 23 je oproti počtu kanálů korekce asymetrie rovněž poloviční, jejich výsignálů korekce symetrie příslušné fáze. První vstupy prvních součinnových obvodů 24 a druhých součinnových obvodů 25 logistupy jsou spojeny s řídicími vstupy vstupních analogových spínačů 19 tvarovačů 18 kého obvodu 23 jsou odpovídajícím způsobem spojeny s prvním výstupem 12 a druhým výstupem 13 měřiče 14 fázové odchylky, jejich druhé vstupy jsou spojeny s výstupy 30 obvodů dvojitého logického součinu vlastní fáze a fáze, jejichž impulsy následují bezprostředně po impulsech uvažované fáze. Tak například druhý vstup druhého součinnového obvodu 25 logického obvodu 23—1 fáze u je spojen s výstupem obvodu 30—2 dvojitého logického součtu fáze W, neboť impulsy z výstupů 6—2 a 6—5 bloku 1 fázověimpulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů fáze W následují bezprostředně po impulsech z výstupů 6—1 a 6—4 fáze u.

Výstupy výstupních analogových spínačů 20 všech tvarovačů signálů korekce symetrie jsou spojeny se vstupy sumátoru 31, kte-

rý na druhém vstupu 5 vytváří součtový signál korekce symetrie stupňovitěho tvaru.

Na obr. 3 je znázorněna jedna z možných variant provedení jednotky 7 vytváření ekvidistantního sledu impulsů, u níž k prvnímu vstupu 32 řízeného generátoru 8 impulsů přes první nízkofrekvenční filtr 9 je připojen tvarovač 11 signálů odchylky a k druhému vstupu 33 řízeného generátoru 8 impulsů je připojen přídavný sumátor 10.

Přídavný sumátor 10 je možno připojit k druhému vstupu 33 řízeného generátoru 8 impulsů přes druhý nízkofrekvenční filtr 34.

Řídicí zařízení statických ventilových měničů podle vynálezu pracuje následujícím způsobem.

Střední hodnota fáze řídicích impulsů (obr. 4 a—f, 5 a—f) — zařízení posunu fází je určována stejnosměrnou složkou řídicího signálu ze vstupu 4 bloku 3 automatické symetrizace řídicích impulsů. Řídicí impulsy jsou v důsledku přístrojových chyb a rušivých signálů superponovaných na řídicím signálu asymetrické. Na vstupy měniče 14 fázové odchylky se přivádějí dva sledy impulsů, jeden, ekvidistantní (obr. 4g, 5g) od řízeného generátoru 8 impulsů a sled úzkých impulsů z výstupu členu 15 pro vytváření sledu úzkých impulsů, jejichž čela koincidují s čely řídicích impulsů na výstupech 6 bloku 1 fázově impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů. Jak bylo uvedeno výše, vytvářejí se na prvním výstupu 12 a na druhém výstupu 13 měřiče 14 fázové odchylky signály odchylky v podobě trvání impulsů (obr. 4h, i a 5h, i). Signál odchylky (obr. 4, 5j) z výstupu tvarovače 11 signálu odchylky se vede přes přídavný sumátor 10 a první nízkofrekvenční filtr 9 na řídicí vstup řízeného generátoru 8 impulsů a mění fázi jeho impulsů tak, aby úroveň signálu z výstupu prvního nízkofrekvenčního filtru 9 a tím i střední hodnota signálu odchylky (obr. 4, 5j) se blížila nule. To znamená, že v ustálivším se režimu bude fáze impulsů řízeného generátoru 8 impulsů rovna střední hodnotě fáze řídicích impulsů.

Signály korekce symetrie se rozdělují vstupními analogovými spínači 19 mezi výše uvedenými dvojicemi impulsů fázové odchylky mezi příslušné tvarovače signálů korekce symetrie. Integrátory 21 vytvářejí signály (obr. 4) fázové korekce, zatímco výstupní analogové spínače 20 zabezpečují v okamžiku vytváření čela pořadově nejbližšího řídicího impulsu připojení odpovídajícího integrátoru 21 k druhému vstupu 5 korekce u bloku 1 fázově impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích signálů. Na něm se vytváří stupňovitý signál (obr. 4) korekce symetrie, kterým se koriguje fáze řídicích impulsů na výstupech 6 bloku 1 fázově impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů, tento signál se snaží zmenšit odchylky mezi řídicími

impulsy a odpovídajícími impulsy řízeného generátoru 8 impulsů. Při ustálivším se režimu je tato odchylka rovna nule, to znamená, že čela řídicích impulsů koincidují s čely impulsů ekvidistantního sledu, takže je dosažena úplná symetrie řídicích impulsů.

Signály z výstupů integrátoru 21 působí přes přídavný sumátor 10 a první nízkofrekvenční filtr 9 na řízený generátor 8 impulsů. Tím se vylučuje vliv stejnosměrné složky součtového signálu (obr. 4) korekce, která má vliv na střední hodnotu fáze řídicích impulsů. Bude-li mít přenosová funkce prvního nízkofrekvenčního filtru 9 integrální složku, pak blok 3 automatické symetrizace řídicích impulsů nebude mít vliv na střední hodnotu řídicího úhlu ani při kolísání kmitočtu sítě jmenovitěho režimu. Takovýmto způsobem tedy složení bloku 3 automatické symetrizace řídicích impulsů zásadně zabezpečí nepřítomnost stejnosměrné složky korekčního signálu a tím i symetrizaci impulsů v každém ustálivším se režimu. Rozptýl činitelů přenosu v různých kanálech přídavného sumátoru 10 asymetrii impulsů nezpůsobí, neboť jeho vliv je zprůměrován.

K docílení ekvidistantního sledu se frekvenční charakteristika uvedené nepřerušené části otevřeného obvodu systému samostatného fázového nastavení kmitočtu musí tlumit všechny vysokofrekvenční složky počínaje kmitočtem 50 Hz. Stupeň tlumení se určuje požadavky na blok 3 automatické symetrizace řídicích impulsů.

V zařízení podle vynálezu nemá systém automatické symetrizace impulsů vliv na pracovní rychlost řídicího systému a současně kompenzuje asymetrii, jež je podmíněna pravidelnými pulsacemi v řídicím signálu (to jest kmitočtem, který je násobkem kmitočtu sítě).

Při přiložení příslušných konstantních předpětí na vstupy integrátorů 21 a přídavného sumátoru 10 je možné zjednodušit měření odchylky mezi fázemi řídicích impulsů a popřípadě ekvidistantních sledů impulsů. Fáze impulsů ekvidistantního sledu impulsů se přitom vzhledem ke střední hodnotě fáze řídicích impulsů posune o hodnotu, která nepřekročí velikost intervalu mezi řídicími impulsy, takže impulsy odchylky jsou stejné polarity. Takovýmto způsobem je možné zjednodušit měřič 14 fázové odchylky a vytvořit jej například jako klopný obvod a je též možné zjednodušit tvarovač 11 signálů odchylky; je ovšem třeba mít přitom na paměti, že se tím poněkud zhoršuje přesnost a stabilita zařízení proti poruchám.

Činnost zařízení podle obr. 2 je analogická činnosti předcházejícího provedení. Odlišnost spočívá pouze v tom, že k tvarovačům 18—1, 18—3 a 18—5 signálů korekce symetrie, ovlivňujícím mezifázovou symetrii, se od tvarovače 11 signálů odchylky při-

vádí signály odchylky (obr. 5) od obou kanálů, odpovídajících dané fázi sítě. Signál (obr. 5l) korekce mezifázové asymetrie z výstupu integrátoru 21 působí na fázi obou impulsů, odpovídajících dané fázi sítě. To je zajištěno výstupními analogovými spínači 20, které vedou dvakrát během periody.

Integrátor 21 v tvarovačích signálů korekce symetrie, korigujících protifázovou asymetrii, vytváří signál (obr. 5 m) který je přímo úměrný integrálu rozdílu signálů odchylky dané fáze sítě. To je zajištěno tehdy, když signály (obr. 5k) odchylky z výstupu 29 měniče 28 signálů protifázové odchylky, které odpovídají lichým ventilům, mají opačnou polaritu než tytéž signály (obr. 5j) na výstupu tvarovače 11 signálů odchylky.

Signál (obr. 5m) korekce protifázové asymetrie, sčítající se se signálem (obr. 5 l) korekce mezifázové asymetrie, vytváří signál (obr. 5n), který působí pouze na fázi řídicích impulsů sudých ventilů. To je realizováno výstupním analogovým spínačem 20 tvarovačů 18—4, 18—2, 18—6 signálů korekce symetrie, který vede pouze jedenkrát během periody.

V navrhovaných zařízeních se původní asymetrie, související s rozdíly mezi řídicími kanály, s nesymetrií synchronizačních napětí bloku přeměny fáze impulsů a s pravidelnými poruchovými složkami řídicího

signálu, kompenzuje při ustálivších se režimech prakticky u jakékoliv její hodnoty. Obvykle pro tyto účely plně dostačuje funkční pásmo bloku 3 automatické symetrizace řídicích impulsů ± 5 elektrických stupňů.

Přesnost symetrizace je dána parametry integrátorů 21 v tvarovačích 18 signálů korekce symetrie. U zařízení, která byla realizována podle těchto schémat, nepřevyšovala odchylka intervalů mezi impulsy od jmenovité hodnoty při ustáleném režimu 0,05 elektrického stupně.

Takováto přesnost symetrizace zaručuje prakticky naprostou nepřítomnost stejnosměrné složky v prouděch vinutí transformátoru měniče a necharakteristických harmonických proudů a napětí měniče.

Důležitou předností navrhovaných zařízení je, že se v nich mohou použít prvky nevysoké přesnosti a stability, přičemž vysoká symetrie impulsů je zajištěna bez nastávání během výroby nebo provozu.

Navrhovaný způsob a zařízení dovoluje symetrizovat přímo okamžiky otevírání ventilů měničového můstku, mezi nimiž v důsledku rozdílu mezi kanály pro průchod řídicích impulsů mohou být rozdílné intervaly. K tomu postačuje vytvářet sled úzkých impulsů, jejichž čela koincidují s okamžiky otevírání ventilů a přivádět tyto impulsy na vstup měniče 14 fázové odchylky.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob řízení statických ventilových měničů, u něhož se fáze řídicích impulsů ventilů statického ventilového měniče mění v závislosti na řídicím signálu, zjišťuje se odchylka mezi skutečnou a požadovanou fází řídicích impulsů každého ventilu a odchylka se mění na napětí a koriguje se fáze řídicích impulsů pro příslušné ventily úměrně k získaným napětím ve směru zmenšení této odchylky, vyznačující se tím, že se pro získání odchylky vytváří ekvidistantní sled impulsů kmitočtu rovném kmitočtu přeměny, nastavuje se fáze ekvidistantního sledu impulsů tak, aby střední hodnota odchylky fáze impulsů ekvidistantního sledu impulsů a příslušných řídicích impulsů všech ventilů měla střední hodnotu nepřevyšující interval mezi dvěma po sobě jdoucími řídicími impulsy a zjišťuje se odchylka fáze impulsů odděleně pro každý ventil.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že pro zvýšení nezávislosti na poruchách se fáze impulsů ekvidistantního sledu impulsů nastavuje tak, aby střední hodnota odchylky fáze impulsů ekvidistantního sledu impulsů a příslušných řídicích impulsů všech ventilů byla rovna nule.

3. Způsob podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že pro zajištění nulové odchylky střední hodnoty odchylky fáze řídicích im-

pulsů se napětí odpovídající těmto odchylkám sčítají u všech fází a mění se kmitočtem impulsů ekvidistantního sledu impulsů úměrně k získanému součtovému signálu ve směru jeho zmenšení.

4. Způsob podle bodu 3, vyznačující se tím, že se součtový signál předem vyhledává.

5. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, opatřené blokem fázové impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů a s ním vázaným blokem automatické symetrizace řídicích impulsů, vyznačující se tím, že blok (3) automatické symetrizace řídicích impulsů obsahuje jednotku (7) vytváření ekvidistantního sledu impulsů, do níž je včleněn řízený generátor (8) impulsů, měřič (14) fázové odchylky připojený na výstupy (16) řízeného generátoru (8) impulsů a tvarovač (11) signálů odchylky, jehož vstupy jsou spojeny s prvním výstupem (12) a druhým výstupem (13) měřiče (14) fázové odchylky a jehož výstup (17) je spojen přes první nízkofrekvenční filtr (9) se vstupem řízeného generátoru (8) impulsů, dále člen (15) pro vytváření sledu úzkých impulsů s čely koincidujícími s čely příslušných řídicích impulsů, jehož vstupy jsou spojeny s příslušnými výstupy (6) bloku (1) fázové impulsní přeměny řídicího

signálu na fázi řídicích impulsů a jehož výstup je spojen s druhým vstupem měřiče (14) fázové odchylky tvarovače signálů korekce symetrie v počtu odpovídajícím počtu fáz přeměny, připojené k výstupu (17) tvarovače (11) signálů odchylky a obsahující každý v seriovém zapojení vstupní analogový spínač (19), integrátor (21) a výstupní analogový spínač (20), přičemž výstup výstupního analogového spínače (20) každého tvarovače (18—1, 18—2, 18—3, 18—4, 18—5, 18—6) signálů korekce symetrie je spojen s korekčním vstupem (5) bloku (1) fázově impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů, dále obvod (22) dvojitěho logického součinu v počtu odpovídajícím počtu fáz přeměny, jejichž vstupy jsou připojeny k příslušným výstupům (6) bloku (1) fázově impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů a jejichž výstupy jsou připojeny k řídicím vstupům výstupních analogových spínačů (20) tvarovačů (18) signálů korekce symetrie téže fáze přeměny, a logické obvody (23) v počtu odpovídajícím počtu fáz přeměny, z nichž každý má první součinnový obvod (24) a druhý součinnový obvod (25) a k jejich výstupům připojený součtový obvod (26), přičemž výstup součtového obvodu (26) je připojen ke vstupu tvarovače (18) signálů korekce symetrie téže fáze přeměny, první vstupy prvních součinnových obvodů (24) a druhých součinnových obvodů (25) jsou spojeny s příslušnými výstupy měřiče (14) fázové odchylky, druhé vstupy prvních součinnových obvodů (24) a druhých součinnových obvodů (25) jsou spojeny s výstupem příslušných obvodů (22) dvojitěho logického součinu a výstupy prvních součinnových obvodů (24) a druhých součinnových obvodů (25) jsou spojeny s řídicími vstupy vstupních analogových spínačů (19) příslušných tvarovačů (18—1, 18—2, 18—3, 18—4, 18—5, 18—6) signálů korekce symetrie.

6. Zařízení podle bodu 5, vyznačující se tím, že k uskutečnění oddělené korekce protifázové a mezifázové asymetrie blok (3) automatické symetrizace řídicích impulsů obsahuje měnič (28) signálů protifázové odchylky, připojený vstupy k prvnímu a druhému výstupu (12, 13) měřiče (14) fázové odchylky a k výstupům (6) bloku (1) fázově impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů a výstupem (29) ke výstupům jedné skupiny tvarovačů signálů

korekce symetrie odpovídajících sudým nebo lichým ventilům statického ventilového měniče, kdežto vstupy ostatních tvarovačů signálů korekce symetrie, tvořících druhou skupinu tvarovačů signálů korekce symetrie, jsou připojeny k výstupu tvarovače (11) signálů odchylky, dále obvody (30) dvojitěho logického součtu, jejichž počet je dvakrát menší než je počet fází přeměny, jejichž vstupy jsou spojeny s výstupy příslušných obvodů (22) dvojitěho logického součinu a jejichž výstupy jsou spojeny s řídicími vstupy výstupních analogových spínačů (20) druhé skupiny tvarovačů signálů korekce symetrie, přičemž řídicí vstupy výstupních analogových spínačů (20) první skupiny tvarovačů signálů korekce symetrie jsou připojeny k výstupům příslušných obvodů (22) dvojitěho logického součinu a sumátor (31), jehož vstupy jsou spojeny s výstupy tvarovače signálů korekce symetrie a jehož výstup je spojen s korekčním vstupem bloku (1) fázově impulsní přeměny řídicího signálu na fázi řídicích impulsů, přičemž druhé vstupy prvního součinnového obvodu (24) a druhého součinnového obvodu (25) logických obvodů (23) jsou spojeny s výstupy příslušných obvodů (30) dvojitěho logického součtu.

7. Zařízení podle bodu 5 nebo 6, vyznačující se tím, že blok (3) automatické symetrizace řídicích impulsů má přídavný sumátor (10), jehož vstupy jsou připojeny k výstupům (27) integrátorů (21) všech tvarovačů (18—1, 18—2, 18—3, 18—4, 18—5, 18—6) signálů korekce symetrie, přičemž jeho výstup je připojen k vstupu řízeného generátoru (8) impulsů.

8. Zařízení podle bodu 7, vyznačující se tím, že výstup přídavného sumátoru (10) je připojen ke vstupu (33) řízeného generátoru (8) impulsu přes první nízkofrekvenční filtr (9).

9. Zařízení podle bodu 5 nebo 6, vyznačující se tím, že blok (3) automatické symetrizace řídicích impulsů má přídavný sumátor (10), jehož výstup je připojen ke vstupu prvního nízkofrekvenčního filtru (9) a jehož vstupy jsou připojeny k výstupům (27) integrátorů (21) všech tvarovačů (18—1, 18—2, 18—3, 18—4, 18—5, 18—6) signálů korekce symetrie a k výstupu tvarovače (11) signálů odchylky pro zajištění elektrické vazby tohoto obvodu s řízeným generátorem (8) impulsů.







