



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 214 533

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11) (B 1)

(51) Int. Cl.³ H 02 M 5/08

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 02 04 80
(21) PV 2296 - 80

(40) Zveřejněno 15 09 81

(45) Vydáno 28 02 84

(75)
Autor vynálezu

WINKLER JIŘÍ ing. CSc., CIBULKA JOSEF ing., KONDR MILAN ing.,
JELÍNEK RICHARD ing., KRTEK JAN ing. CSc., HLOUŠEK JAROSLAV, PRAHA
MYNÁŘ VLADIMÍR doc. ing. CSc., ŠIMEŠEK JOSEF ing., OPAVA

(54) Zapejení střídače proudu s vlastní komutací

1

Vynález se týká zapejení střídače proudu s vlastní komutací, který je vhodný pro jedno i vícemotorové pohony asynchronních a synchronních motorů, ale i jiných typů zatě-
žovacích impedancí.

Existuje řada střídačů proudu, které řeší zejména problémy vlastní komutace měniče a akumulaci energie v indukčnostech zátěže. Velmi progresivním a perspektivním způsobem u střídačů proudu je takzvaná třístupňová komutace, kde je vypínání tyristorů střídače a komutace proudu ve fázích oddělena. Vzniká tu však problém akumulované energie, kterou je nutno pro dosažení rovnováhy pokud možno bezztrátově z kondenzátorů střídače odvádět. Tento problém vede na jiná řešení u střídačů s velkým výkonem a u střídačů s malým výkonem. Pro střídače menšího a středního výkonu nejsou z důvodu složitosti silové a regulační části únosná tahová řešení, jako například invertorování akumulačního výkonu ze stejno-
směrného kondenzátoru ve střídači do napájecí sítě. Naopak řešení, která používají nej-
jednodušší způsob odvádění akumulačního výkonu pomocí paralelního odporu znamenají značné
energetické ztráty. Dalším problémem u střídačů proudu s dvoustupňovou i třístupňovou ke-
mutací je otázka havarijních stavů, které mohou vzniknout na zátěži, tj. zkrat, odpojení
zátěže nebo přímo v měniči, tj. parazitní pulsy na tyristorech, poruchy v regulačním ob-
vodu atd. Některé tyto poruchy mají charakter náhodných dějů, například parazitní impulsy
způsobené přechodnými ději v jiných el. zařízeních a je nanejvýš žádoucí, aby střídač si

zacheval svoji funkci bez výpadku ochran. Pro průmyslové aplikace pohonů v náročných provezech je takto řešená otázka spolehlivosti přímo v koncepci silových obvodů měniče na nejvyšší žádoucí.

Bezstrátové odvádění akumulovaného výkonu ze stejnosměrného kondenzátoru u střídače s třístupňovou komutací a maximální odolností proti rušivým vlivům, zejména proti poruchovým stavům vzniklým parazitními impulsy na tyristorech, řeší zapojení střídače proudu s vlastní komutací podle vynálezu, jehož podstatou je, že blok střídače připojený stejnosměrnými vstupními svorkami k výstupním svorkám proudového zdroje přes hlavní oddělovací diodu je spojen střídavými výstupními svorkami jednak k zátěži a jednak k akumulacímu usměrňovači, jehož stejnosměrné svorky jsou přes oddělovací diody připojeny ke krajním svorkám bloku akumulacích kondenzátorů obsahujícím dva kondenzátory spojené do série, kde k těmto krajním svorkám je paralelně připojen stejnosměrný dobíjecí zdroj, přičemž první krajní svorka je dále připojena jednak k anodě prvního pomocného akumulacího tyristoru, jehož katoda je připojena ke katodě čtvrtého a anodě šestého pomocného akumulacího tyristoru a jednak ke katodám třetí a čtvrté omezovací diody, kde anoda třetí omezovací diody je připojena ku katodě hlavní oddělovací diody a anoda čtvrté omezovací diody je připojena k záporné výstupní svorce proudového zdroje, přičemž druhá krajní svorka bloku akumulacích kondenzátorů je připojena ke katodě druhého pomocného akumulacího tyristoru, jehož anoda je spojena s katodou pátého a anodou třetího pomocného akumulacího tyristoru a jednak s anodami první a druhé omezovací diody, kde katoda první omezovací diody je spojena s anodou třetí omezovací diody, s první svorkou prvního překmitového reaktoru a anodou prvního komutačního tyristoru, jehož katoda je spojena jednak s anodou druhého komutačního tyristoru, jednak s druhou svorkou bloku komutačního impulsu a jednak přes druhý dobíjecí tyristor a dobíjecí indukčnost s katodami třetí a čtvrté omezovací diody, katoda druhého komutačního tyristoru je spojena jednak s anodou čtvrté omezovací diody a jednak přes druhý překmitový reaktor, druhou překmitovou diodu, čtvrtý komutační tyristor, třetí komutační tyristor a první překmitovou diodu ke druhé svorce prvního překmitového reaktoru, přičemž společný bod třetího komutačního tyristoru a čtvrtého komutačního tyristoru je spojen jednak s první svorkou bloku komutačního impulsu a jednak přes první dobíjecí tyristor s anodami první a druhé omezovací diody, společný bod čtvrtého komutačního tyristoru a druhé překmitové diody je připojen k anodě druhé oddělovací diody, společný bod první překmitové diody a třetího komutačního tyristoru je připojen ke katodě první oddělovací diody, dále katoda třetího a anoda čtvrtého pomocného akumulacího tyristoru jsou vzájemně propojeny a spojeny se střední svorkou bloku akumulacích kondenzátorů, anoda pátého pomocného akumulacího tyristoru je spojena s anodou hlavní oddělovací diody, katoda šestého pomocného akumulacího tyristoru je spojena s katodou hlavní oddělovací diody a mezi katodou pátého a anodou šestého pomocného akumulacího tyristoru je zapojen akumulací blok.

Střídač proudu podle vynálezu pracuje s třístupňovou komutací a jeho velkou výhodou je mimo jiné vysoká odolnost proti havarijním stavům, zejména zkratům a parazitním impulsům.

Na připojeném výkresu je příklad zapojení střídače proudu dle vynálezu. Střídač proudu je připojen ke zdroji proudu 1°, který je tvořen řízeným třífázovým tyristorovým můstkem s tyristory 11 až 16 s vyhlazovací indukčností, jehož střídavé vstupní svorky 1.3, 1.4, 1.5 jsou připojeny k měničovému transformátoru, případně přes oddělovací reaktory k napájecí síti. Stejnoseměrné výstupní svorky 1.1, 1.2 proudového zdroje 1° jsou připojeny přes hlavní oddělovací diodu 67 ke vstupním svorkám 2.1, 2.2 bloku střídače 2°, který je spojen střídavými výstupními svorkami 2.3, 2.4, 2.5 jednak k zátěži a jednak k akumulac-nímu usměrňovači 3°. Blok střídače 2° je tvořen můstkovým zapojením hlavních tyristorů 1 až 6. Stejnoseměrné svorky 3.1, 3.2 bloku akumulac-ního usměrňovače 3°, tvořeného můstko-vým zapojením akumulac-ních diod 71 až 76 jsou přes oddělovací diody 77, 78 připojeny ke krajním svorkám 4.1, 4.3 bloku 4° akumulac-ních kondenzátorů obsahujícím dva kondenzátory C1, C2 spojené do série. K těmto krajním svorkám 4.1, 4.3 je paralelně připojen stejno-směrný dobíjecí zdroj 5°, přičemž první krajní svorka 4.1 je dále připojena jednak k ano-dě prvního pomocného akumulac-ního tyristoru 61, jehož katoda je připojena ke katodě čtvrtého a anodě šestého pomocného akumulac-ního tyristoru 64, 66 a jednak ke katodám třetí a čtvrté omezovací diody 95, 96. Anoda třetí omezovací diody 95 je připojena ke katodě hlavní oddělovací diody 67 a anoda čtvrté omezovací diody 96 je připojena k záporné výstupní svorce 1.2 proudového zdroje 1°.

Druhá krajní svorka 4.3 bloku 4° akumulac-ních kondenzátorů je připojena jednak ke katodě druhého pomocného akumulac-ního tyristoru 62, jehož anoda je spojena s katodou pátého a anodou třetího pomocného akumulac-ního tyristoru 65, 63 a jednak s anodami první a druhé omezovací diody 93, 94. Katoda první omezovací diody 93 je spojena s anodou třetí omezo-vací diody 95, s první svorkou 7.1 prvního překmitového reaktoru 7° a anodou prvního ko-mutač-ního tyristoru 21, jehož katoda je spojena jednak s anodou druhého komutač-ního ty-ristoru 22, jednak s druhou svorkou 9.2 bloku 9° komutač-ního impulsu a jednak přes druhý dobíjecí tyristor 42 a dobíjecí indukčnost 10° se svorkami 10.1, 10.2 s katodami třetí a čtvrté omezovací diody 95, 96. Katoda druhého komutač-ního tyristoru 22 je spojena jednak s anodou čtvrté omezovací diody 96 a jednak přes druhý překmitový reaktor 8° /se svorkami 8.1, 8.2/, druhou překmitovou diodu 52, čtvrtý komutač-ní tyristor 32, třetí komutač-ní ty-ristor 31 a první překmitovou diodu 51 ke druhé svorce 7.2 prvního překmitového reaktoru 7°. Společný bod třetího komutač-ního tyristoru 31 a čtvrtého komutač-ního tyristoru 32 je spojen jednak s první svorkou 9.1 bloku komutač-ního impulsu 9° a jednak přes první dobíje-cí tyristor 41 s anodami první a druhé omezovací diody 93, 94. Společný bod čtvrtého ko-mutač-ního tyristoru 32 a druhé překmitové diody 52 je připojen k anodě druhé oddělovací diody 78. Společný bod první překmitové diody 51 a třetího komutač-ního tyristoru 31 je připojen ke katodě první oddělovací diody 77. Katoda třetího a anoda čtvrtého pomocného akumulac-ního tyristoru 63, 64 jsou vzájemně propojeny a spojeny se střední svorkou 4.2 bloku 4° akumulac-ních kondenzátorů.

Anoda pátého pomocného akumulac-ního tyristoru 65 je spojena s anodou hlavní oddělovací di-ody 67. Katoda šestého pomocného akumulac-ního tyristoru 66 je spojena s katodou hlavní od-ělovací diody 67. Mezi katodou pátého a anodou šestého pomocného akumulac-ního tyristoru

65, 66 je zapojen pomocný akumulační blok 6° se svorkami 6.1, 6.2.

Pro objasnění funkce předpokládáme, že hlavní proud střídače protéká ze svorky 1.1 proudového zdroje 1° přes hlavní oddělovací diodu 67 do svorky 2.1 bloku střídače 2°, dále přes hlavní tyristor 2 bloku 2° do svorky 2.3 zátěže, ze zátěže svorkou 2.4 do tyristoru 3 bloku 2° a výstupní svorkou 2.2 bloku 2° zpět do svorky 1.2 proudového zdroje 1°.

Předpokládáme, že je nutno provést komutaci tyristoru 2 na tyristor 4 bloku střídače 2°. V okamžiku komutace je komutační kondenzátor bloku 9° komutačního impulsu v polaritě plus na svorce 9.1. Sepnutím komutačních tyristorů 21 a 31 se proud z tyristoru 2 bloku střídače 2° převede na pomocnou větev danou těmito členy: tyristor 21, blok 9°, tyristor 31, dioda 75, akumulačního bloku 3° a opět svorka zátěže 2.3. Strmost komutace na tuto větev je určena omezoací indukčností bloku 9°. Proud proudového zdroje 1°, který protéká touto pomocnou větví, přebíjí kondenzátor bloku 9° na polaritu plus na svorce 9.2 a jestliže se vyrovnají napěťové poměry na kondenzátoru bloku 9° s okamžitým sdruženým napětím komutujících fází zátěže a následný tyristor bloku střídače 2° má spínací impuls, nastává komutace proudu z této pomocné větve na další pomocnou větev vyznačenou prvky: tyristor 4, bloku střídače 2°, dioda 74 akumulačního bloku 3°, dioda 78, kondenzátory 61, 62 bloku 4°, dioda 77, dioda 75 bloku 3° a opět výstupní svorka 2.3. V tomto okamžiku také nastává vlastní komutace proudu mezi fázemi zátěže - tedy snižování proudu ve fázi svorky 2.3, která má přes diody 74 a 75 do série připojeny kondenzátory 61 a 62 bloku 4° v polaritě zabráňující průchodu proudu a zároveň zvyšování - narůstání proudu ve svorce 2.5, kam je proud přiváděn přímo ze zdroje přes tyristor 4 bloku 2°. Součet proudů ve fázích svorky 2.3 a 2.5 je konstantní, neboť střídač je napájen zdrojem proudu z bloku 1°. Po sepnutí komutačních tyristorů 31 a 21 nastává zároveň překmit kondenzátoru bloku 9° přes diodu 51 a překmitový reaktor bloku 7°, což stabilizuje změnu polarity komutačního kondenzátoru bloku 9 při malých proudech, nebo chodu naprázdno. S určitým zpožděním po dokončení komutace jsou sepnuty dobíjecí tyristory 42 a 41, které dobíjejí napětí na svorce 9.2 na kladnou hodnotu z pomocného zdroje napětí bloku 5°.

Při každé komutaci se do akumulačních kondenzátorů bloku 4° absorbuje určitá energie z indukčností zátěže, která je dána parametry motorů, nebo jiného typu zátěže. Z kondenzátorů 61, 62 bloku 4° je nutno odvádět takový výkon, aby se energetická rovnováha ustálila na technicky optimálním napětí. Bez odvádění výkonu z kondenzátorů by napětí rostlo a mohlo by dojít k napěťovému průrazu polovodičů. Sepnutím dvojice tyristorů 61, 63 se odčerpá z kondenzátoru 61 bloku 4° určitá energie do pomocného akumulačního kondenzátoru bloku 6°. Po určité době za tyristory 61, 63 se sepnou tyristory 65 a 66. Kondenzátor bloku 6° má polarita plus na straně svorky 6.2. Dojde ke komutaci proudu v stejnosměrném mezilobvu z diody 67 na cestu vyznačenou prvky: tyristor 65, blok 6°, tyristor 66 a kondenzátor bloku 6° se proudem zdroje 1° vybíjí na nulu. Energie kondenzátoru se přivádí do zdroje proudu a tedy do zátěže střídače. Z kondenzátoru 62 bloku 4° se přivádí energie tyristory 62 a 64 a opět se přes tyristory 65 a 66 z pomocného akumulačního kondenzátoru bloku 6° odvádí. Dvojice tyristorů 61, 63 a 62, 64 se periodicky střídají ve frekvenci odvozené od spínání hlavních a komutačních tyristorů střídače, nebo ve frekvenci, která je nezávislá

na frekvenci střídače a je určena čidlem napětí na kondenzátorech C1, C2.

Pro střídač proudu jsou velmi nebezpečné stavy přepětové, vzniklé možným přerušením proudového zdroje a následným přepětím na vyhlazovací indukčnosti bloku 1°. Proti přepětím chrání střídač čtveřice diod 93, 94, 95, 96. Přepětí na stejnosměrné straně střídače na svorkách 2.1, 2.2 omezí tyto diody na úroveň napětí kondenzátorů bloku 4°, přepětí na tyristorech bloku 2° se omezí těmito diodami se spolupůsobením diod akumulárního usměrňovače bloku 3°. Například komutační přepětí s polaritou plus na katodě tyristoru 5 bloku 2° se omezí na úroveň kondenzátorů bloku 4° touto cestou: katoda tyristoru 5, svorka 2.2, dioda 96, svorka 4.1, svorka 4.3, dioda 77, dioda 75, anoda tyristoru 5.

Střídač proudu dle vynálezu pracuje s třístupňovou komutací a jeho velkou výhodou je mimo jiné i vysoká odolnost proti havarijním stavům, zejména zkratům a parazitním impulsům.

Například parazitní souběh impulsů na komutačních tyristorech 31, 32 nevyvolá díky oddělovacím diodám 77, 78 zkrat na kondenzátorech bloku 4° a veden jen na krátkodobý zkrat na motoru. Souběh na tyristorech 21, 22 nemá opět za následek zkrat na zdroji proudu za předpokladu správné funkce dalších komutačních obvodů. Jednorázové parazitní impulsy na tyristorech 61 až 65 nemají opět podstatný vliv na funkci a nevedou k výpadkům pojistek.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L Ě Z U

1. Zapojení střídače proudu s vlastní komutací napájeného proudovým zdrojem a obsahujícího blok akumulárního usměrňovače, střídač akumul.kondenzátorů, pomocný akumulární blok, překmitové reaktory a dobíjecí zdroj, vyznačené tím, že blok střídače (2°) připojený stejnosměrnými vstupními svorkami (2.1, 2.2) k výstupním svorkám (1.1, 1.2) proudového zdroje (1°) přes hlavní oddělovací diodu (67) je spojen střídavými výstupními svorkami (2.3, 2.4, 2.5) jednak k zátěži a jednak k akumulárnímu usměrňovači (3°), jehož stejnosměrné svorky (3.1, 3.2) jsou přes oddělovací diody (77, 78) připojeny ke krajním svorkám (4.1, 4.3) bloku (4°) akumulárních kondenzátorů obsahujícím dva kondenzátory (C1, C2) spojené do série, kde k těmto krajním svorkám (4.1, 4.3) je paralelně připojen stejnosměrný dobíjecí zdroj (5°), přičemž první krajní svorka (4.1) bloku (4°) akumulárních kondenzátorů je dále připojena jednak k anodě prvního pomocného akumulárního tyristoru (61), jehož katoda je připojena ke katodě čtvrtého a anodě šestého pomocného akumulárního tyristoru (64, 66), a jednak ke katodám třetí a čtvrté omezovací diody (95, 96), kde anoda třetí omezovací diody (95) je připojena ke katodě hlavní oddělovací diody (67) a anoda čtvrté omezovací diody (96) je připojena k záporné výstupní svorce (1.2) proudového zdroje (1°), přičemž druhá krajní svorka (4.3) bloku (4°) akumulárních kondenzátorů je připojena jednak ke katodě druhého pomocného akumulárního tyristoru (62), jehož anoda je spojena s katodou pátého a anodou třetího pomocného akumulárního tyristoru (65, 63), a jednak s anodami první a druhé omezovací diody (93, 94),

kde katoda první omezovací diody (93) je spojena s anodou třetí omezovací diody (95), s první svorkou (7.1) prvního překmitového reaktoru (7°), a s anodou prvního komutačního tyristoru (21), jehož katoda je spojena jednak s anodou druhého komutačního tyristoru (22), jednak s druhou svorkou (9.2) bloku (9°) komutačního impulsu a jednak přes druhý dobíjecí tyristor (42) a dobíjecí indukčnost (10°) s katódami třetí a čtvrté omezovací diody (95, 96), katoda druhého komutačního tyristoru (22) je spojena jednak s anodou čtvrté omezovací diody (96) a jednak přes druhý překmitový reaktor (8°), druhou překmitovou diodu (52), čtvrtý komutační tyristor (32), třetí komutační tyristor (31) a první překmitovou diodu (51) ke druhé svorce (7.2) prvního překmitového reaktoru (7°), přičemž společný bod třetího komutačního tyristoru (31) a čtvrtého komutačního tyristoru (32) je spojen jednak s první svorkou (9.1) bloku komutačního impulsu (9°) a jednak přes první dobíjecí tyristor (41) s anodami první a druhé omezovací diody (93, 94), společný bod čtvrtého komutačního tyristoru (32) a druhé překmitové diody (52) je připojen k anodě druhé oddělovací diody (78), společný bod první překmitové diody (51) a třetího komutačního tyristoru (31) je připojen ke katodě první oddělovací diody (77), dále katoda třetího a anoda čtvrtého pomocného akumulčního tyristoru (63, 64) jsou vzájemně propojeny a spojeny se střední svorkou (4.2) bloku (4°) akumulčních kondenzátorů, anoda pátého pomocného akumulčního tyristoru (65) je spojena s anodou hlavní oddělovací diody (67), katoda šestého pomocného akumulčního tyristoru (66) je spojena s katodou hlavní oddělovací diody (67) a mezi katodou pátého a anodou šestého pomocného akumulčního tyristoru (65, 66) je zapojen pomocný akumulční blok (6°).

2. Zapojení střídače proudu podle bodu 1, vyznačené tím, že blok akumulčního usměrňovače (3°) je tvořen můstkovým zapojením akumulčních diod (71 až 76).
3. Zapojení střídače proudu podle bodu 1, vyznačené tím, že blok střídače (2°) je tvořen můstkovým zapojením hlavních tyristorů (1 až 6).
4. Zapojení střídače proudu podle bodu 1, vyznačené tím, že proudový zdroj (1°) je tvořen třífázovým můstkem tyristorů (11 až 16) a vyhlazovací indukčností, jehož střídavé vstupní svorky (1.3, 1.4, 1.5) jsou připojeny k měničovému transformátoru nebo přes oddělovací reaktory k napájecí síti.

