



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

261762

(11)

(11)

(51) Int. Cl.⁴

H 02 J 15/00

(22) Přihlášeno 29 08 86
(21) PV 6315-86.F

(41) Zveřejněno 15 07 88

(45) Vydáno 15 06 89

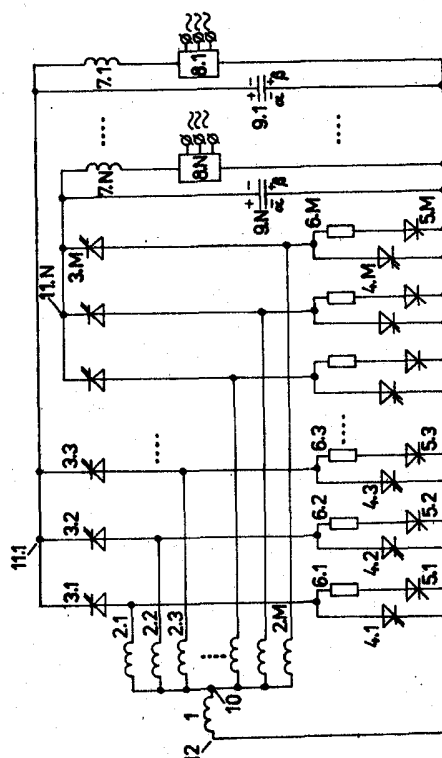
(75)

Autor vynálezu

KAMENICKÝ JAN ing. CSc., BARTOŠ STANISLAV ing. CSc.,
ČEŘOVSKÝ ZDENĚK ing. DrSc., IBL STANISLAV ing., PRAHA

(54) Zapojení pro obousměrný převod energie mezi supravodivým magnetickým energetickým zásobníkem a střídavou sítí

Uspořádání se týká zapojení pro obousměrný převod energie mezi supravodivým magnetickým energetickým zásobníkem a střídavou sítí. Mezi první a druhou svorkou supravodivé indukčnosti je připojen první jednosměrný spínací prvek. Ke druhé svorce supravodivé indukčnosti je svou druhou svorkou připojen druhý jednosměrný spínací prvek, který je svou první svorkou připojen přes kondenzátor k první svorce supravodivé indukčnosti. Na kondenzátoru je polarita napětí alfa, respektive beta, podle zvoleného pracovního režimu. Ke kondenzátoru je paralelně připojena sériová kombinace vyhlazovací indukčnosti a bloku měniče. Paralelně k prvnímu jednosměrnému spínacímu prvku je připojen třetí jednosměrný spínací prvek v sérii s ochranným odporem.



Obr. 1

Vynález se týká zapojení pro obousměrný převod energie mezi supravodivým magnetickým energetickým zásobníkem a střídavou sítí, využívaného v energetice.

V dosud známých zařízeních podobného typu, určených pro vyrovnávání větších hodnot odebírané energie, je indukčnost, tvořící vlastní supravodivý magnetický energetický zásobník, přímo připojena ke stejnosměrným svorkám celořizného usměrňovače s nevypínatelnými tyristory, napojeného střídavými svorkami na síť. Toto jinak jednoduché řešení má níže uvedené závažné nevýhody.

Při provozním volnoběžném režimu, kdy se nedodává ani neodebírá činná energie ze zásobníku, je síť zatížena velkým jalovým výkonem.

Je-li užit jeden můstkový celořizný usměrňovač v serii, je jalový výkon roven přímo zdánlivému výkonu, definovanému proudem zásobníku a pracovním napětím usměrňovače.

Při užití několika můstků v serii zůstane hodnota tohoto jalového výkonu vždy vyšší než 50 % uvedeného zdánlivého výkonu.

Vysokou hodnotou jalového výkonu zůstává zatížen i odběr činného výkonu ze supravodivého magnetického energetického zásobníku, nižšího než je maximální požadovaný. Poněvadž dále maximální požadovaný činný výkon je zpravidla nutno dodávat zpět do sítě i v oblasti povoleného vyčerpání zásobníku, je naopak u plně nabitého zásobníku i maximálně povolený činný výkon dodáván při řídícím úhlu invertoru nižším, než je maximální přípustný a tedy při vysoké hodnotě jalového výkonu. Úměrně nevýhodně stoupá v režimu nabitého zásobníku hodnota jalového výkonu při dodávkách činného výkonu do sítě, nižšího než je maximální.

Obdobně nepříznivé podmínky nastávají i při nabíjení zásobníku.

Další nevýhodou je skutečnost, že proud zásobníku musí protékat při obvyklém můstkovém spojení přes dvojnásobný počet tyristorů v serii, než je počet seriově spojených můstků, a to i v provozním volnoběžném režimu. Poněvadž je v praxi nutno uvažovat alespoň dva můstky v serii, jsou to nejméně čtyři tyristory v serii. Přímě úměrně s počtem tyristorů v serii se zkracuje přípustná doba uložení energie v zásobníku a rostou ztráty.

Kromě uvedeného je nutno celořizný usměrňovač nebo jejich skupinu a odpovídající transformátor dimenzovat na výkon, který odpovídá proudu maximálně nabitého zásobníku a napětí usměrňovače. Takto určený výkon může být i několikrát vyšší než maximální požadovaný výkon, odebíraný ze zásobníku do sítě.

Tyto nedostatky, vedoucí k nepříznivému zatížení sítě jalovým výkonem, vyžadují stavbu přidavných filtračně kompenzačních stanic, kde je navíc nutno jalový výkon řídit.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zapojení pro obousměrný převod energie mezi supravodivým magnetickým energetickým zásobníkem a střídavou sítí podle vynálezu. Mezi jeden první pól a alespoň jeden druhý pól supravodivého magnetického energetického zásobníku je připojen první jednosměrný spínací prvek, přičemž k druhému pólu supravodivého magnetického energetického zásobníku je svou druhou svorkou připojen druhý jednosměrný spínací prvek, který je svou první svorkou připojen na první pól supravodivého magnetického energetického zásobníku přes kondenzátor, ke kterému je paralelně připojena seriová kombinace vyhlazovací tlumivky a bloku měniče, připojeného svými střídavými svorkami na střídavou síť.

Řešení podle vynálezu má tyto výhody:

Při provozním volnoběžném režimu se proud supravodivým magnetickým energetickým zásobníkem uzavírá pouze přes první jednosměrný spínací prvek, zatímco druhý jednosměrný spínací prvek a blok měniče jsou vypnuty. Střídavá síť tak není zatížena jalovým výkonem.

V případě, že blok měniče je řešen jako standardní můstek s nevypínatelnými tyristory, nebo jako jejich seriová kombinace, děje se odběr energie ze sítě i dodávka energie do sítě s optimálními řídicími úhly, takže jalový výkon dodávaný do sítě má nejmenší možnou hodnotu. Z hlediska jalového výkonu nemá smysl řadit usměrňovače do serie. Stupeň nabití supravodivého magnetického energetického zásobníku nemá vliv na hodnotu odebíraného jalového výkonu. Je-li blok měniče tvořen pouze jednosměrnými spínacími prvky s úplnou řídicí schopností, lze jalovou složku výkonu první harmonické potlačit úplně.

Další výhoda zapojení podle vynálezu se projevuje v tom, že proud zásobníku protéká při provozním volnoběžném režimu nejméně čtyřikrát menším počtem tyristorů než při užití současných zapojení. Doba uložení energie je přibližně čtyřikrát vyšší a ztráty čtyřikrát menší. Blok měniče a trafo jsou dimenzovány na maximální požadovaný odebíraný výkon. Pouze první jednosměrný spínací prvek je dimenzován na plný proud supravodivého magnetického energetického zásobníku. Druhý jednosměrný spínací prvek vede tento plný proud pouze pulsně, přičemž jeho střední hodnota je nižší a odpovídá maximálnímu odebíranému výkonu. Supravodivý magnetický energetický zásobník lze nabít na mnohem vyšší proud, než jaký je schopna dodat síť. Nároky na filtračně kompenzační stanici jsou nižší. Tvar proudové křivky na střídavé straně lze zlepšit vhodným zapojením transformátoru a pouze zbylé vyšší harmonické filtrovat statickými filtry.

Vyšší výkony lze u zapojení dle vynálezu zajistit vícefázovým provozem, takže zpravidla se vystačí s jednosoučáskovým uspořádáním.

Na druhé straně může být každý jednotlivý jednosměrný spínací prvek nebo prvek usměrňovací soustavy vytvořen také jako serio-paralelní kombinace polovodičových součástí a výkon zapojení dle vynálezu lze zvyšovat touto cestou.

Na přiloženém výkresu je na obr. 2 znázorněno schéma zapojení podle vynálezu pro nižší odebírané výkony, tj. takové, kde lze vystačit s jediným blokem 8 měniče, s jedinou vyhlazovací indukčností 7 a s jediným kondenzátorem 9, a na obr. 1 schéma pro větší výkony, využívající vypínatelné spínací prvky, kde je užito několika bloků 8 měničů, vyhlazovacích indukčností 7 a kondenzátorů 9.

V příkladu zapojení vynálezu pro nižší výkony podle obr. 2 je mezi první a druhou svorkou supravodivé indukčnosti 1 připojen první jednosměrný spínací prvek 4. Ke druhé svorce hlavní supravodivé indukčnosti 1 je svou druhou svorkou připojen druhý jednosměrný spínací prvek 3, který je svou první svorkou připojen přes kondenzátor 9 k první svorce supravodivé indukčnosti 1. Na kondenzátoru 9 je polarita napětí alfa, respektive beta podle zvoleného pracovního režimu. Ke kondenzátoru 9 je paralelně připojena sériová kombinace vyhlazovací indukčnosti 7 a jediného bloku 8 měniče. Paralelně k prvnímu jednosměrnému spínacímu prvku 4 je připojen třetí jednosměrný spínací prvek 5 v sérii s ochranným odporem 6.

V příkladu provedení pro větší výkony podle obr. 1 jsou užity dva bloky 8 měničů, ke každému přísluší jedna vyhlazovací indukčnost 7 a jeden kondenzátor 9. Každý blok 8 měniče je vybaven trojicí druhých jednosměrných spínacích prvků 3, trojicí prvních jednosměrných spínacích prvků 4, trojicí třetích jednosměrných spínacích prvků 5 a trojicí ochranných odporů 6. Hlavní supravodivá indukčnost 1 je na straně své druhé svorky 10 rozvětvena do šesti dělicích indukčností 2, z nichž každá je připojena na jednu skupinu tvořenou jedním druhým jednosměrným spínacím prvkem 3, jedním prvním jednosměrným spínacím prvkem 4, jedním třetím jednosměrným spínacím prvkem 5 a jedním ochranným odporem 6.

Zapojení vynálezu v příkladu provedení podle obr. 2 pracuje dále popsáním postupem:

Při nabíjení hlavní supravodivé indukčnosti 1 pracuje blok 8 měniče v usměrňovacím režimu s téměř nulovým řídicím úhlem a dodává požadovaný nabíjecí proud. Velikost nabíjecího

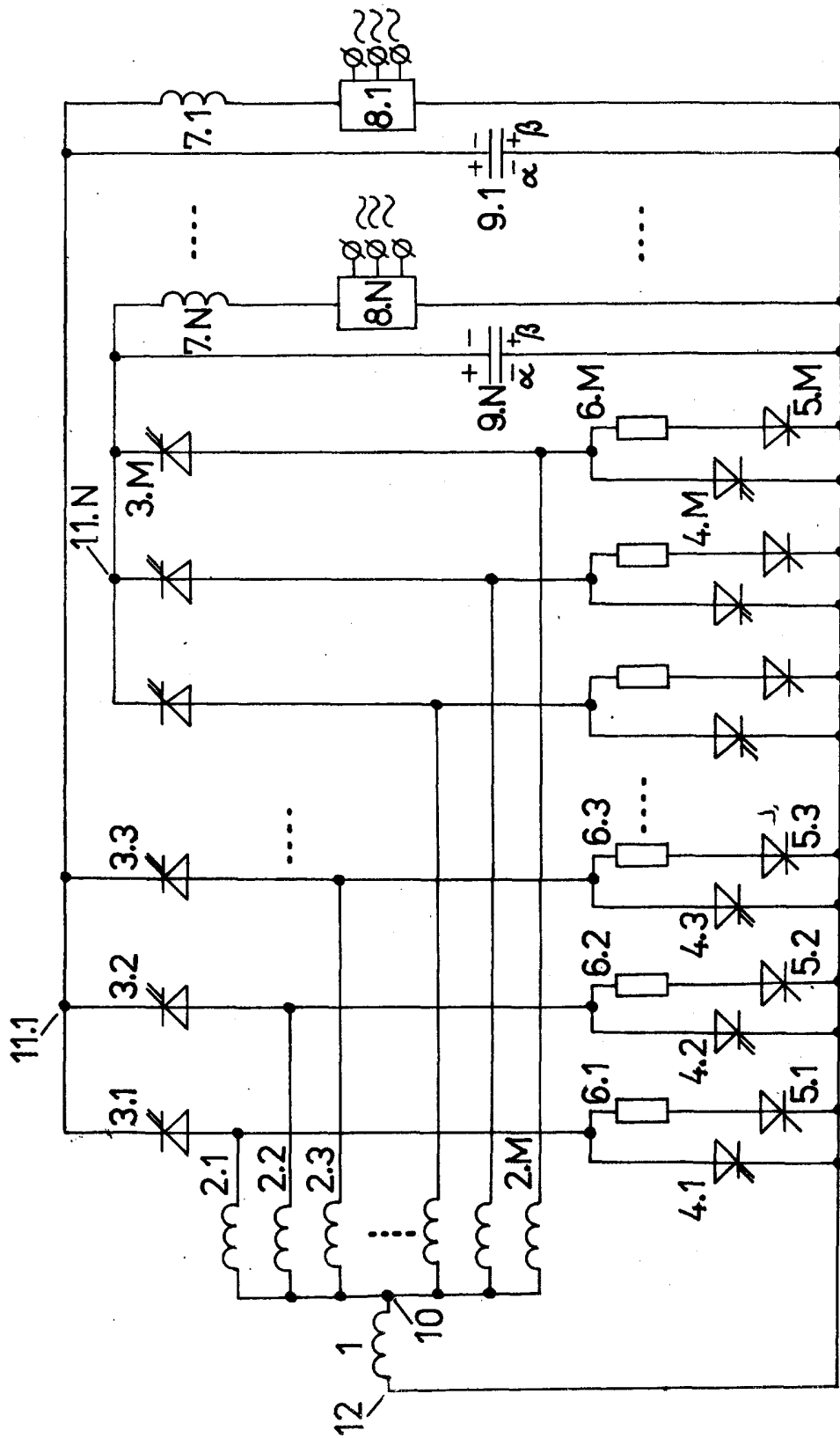
proudu se řídí napětím na kondenzátoru 9 na němž je polarita napětí beta. První jednosměrný spínací prvek 4 je trvale sepnut a pracuje jako dioda. Druhý jednosměrný spínací prvek 3 pracuje v pulsním režimu a svým zatěžovatelem určuje napětí na kondenzátoru 9 a tedy i hodnotu nabíjecího proudu. Tímto postupem lze do hlavní supravodivé indukčnosti 1 vpravit i několikanásobně větší proud, než na jaký je dimenzován blok 8 měniče včetně transformátoru. Při vybíjení supravodivé indukčnosti 1 pracuje blok 8 měniče v invertorovém režimu s maximálním možným řídícím úhlem daným vlastnostmi transformátoru a užitých tyristorů. Na kondenzátoru 9 je polarita napětí alfa, druhý jednosměrný spínací prvek 3 je trvale sepnut a pracuje jako dioda a první jednosměrný spínací prvek 4 pracuje v pulsním režimu a svým zatěžovatelem určuje napětí na kondenzátoru 9. Při volnoběhu jsou druhý jednosměrný spínací prvek 3 a blok 8 měniče vypnuty a první jednosměrný spínací prvek 4 pracuje jako dioda. Třetí jednosměrný spínací prvek 5 je proveden jako standardní nevypínatelný tyristor a v případě havarie svádí energii v supravodivé indukčnosti 1 do ochranného odporu 6. Základní dimenzování součástek, určené jako součin jmenovitého proudu a napětí, vychází z zapojení podle vynálezu tím výhodněji, čím hlubší energetické vyčerpání supravodivé indukčnosti 1 se použije. Skutečné racionální využití supravodivé indukčnosti 1, při němž se na závěr jednosměrného energetického bloku energie její energie prakticky celá vyčerpá, umožňuje teprve zapojení podle vynálezu, konvenčním zapojením není realizovatelné.

V zapojení pro větší výkony v příkladu provedení vynálezu podle obr. 1 je supravodivý magnetický energetický zásobník složen z více indukčností. Je tvořen hlavní supravodivou indukčností 1 spojenou s dělicími indukčnostmi 2, přičemž všechny pracují v režimu supravodivosti. Druhé a první jednosměrné spínací prvky 3 a 4 zapojení jsou vypínatelné. Druhé a první jednosměrné spínací prvky 3 a 4 jsou připojeny k šesti dělicím indukčnostem 2 a lze je řídit časově přesazeně, tj. šestifázově. Tím se odstraní dynamické rázy a mechanické namáhání, které jinak představují obtížný problém při spínání velkých celkových proudů. Všude lze dodržet zásadu jednosoučástkového řešení, takže odpadá problém serioparalelního řazení, které je zvláště u vypínatelných jednosměrných spínacích prvků obtížné. Rovnoměrné proudové namáhání všech jednosměrných spínacích prvků lze nastavit elektronicky, čímž klesají nároky na výběr součástek pro paralelní chod. Tuto zásadu lze uplatnit i ve volnoběhu tak, že připustíme u některých větví režim dobíjení podstatně menším proudem než jmenovitým. Je-li to žádoucí, lze kterýkoliv kondenzátor 9 a k němu přiřazený blok 8 měniče vyřadit z provozu a druhý v něm ponechat, nebo každý řídit odlišně. Počet dělicích indukčností 2 a tím i počet fází, kondenzátorů 9 i bloků 8 měničů lze podle žádaného výkonu zvyšovat prakticky neomezeně. Vypínatelné jednosměrné spínací prvky umožní úplné odstranění posunu první harmonické proudu vůči napětí v režimu nabíjení i vybíjení. Vhodným zapojením transformátorů nebo jejich kombinací lze získat tvar proudové křivky s minimálním obsahem vyšších harmonických. Zároveň lze, v případě potřeby, v rámci požadovaného zdánlivého výkonu nastavit libovolnou kombinaci činné a jalové složky výkonu a touto cestou ovlivňovat účinek sítě.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

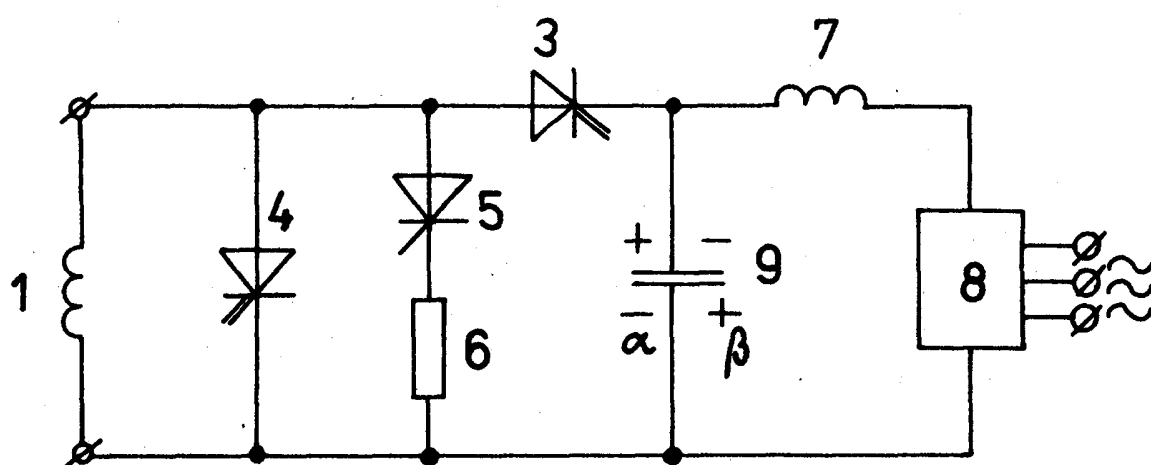
Zapojení pro obousměrný převod energie mezi supravodivým magnetickým energetickým zásobníkem a střídavou sítí, kde první svorka hlavní supravodivé indukčnosti je spojena s prvními stejnosměrnými svorkami bloků měničů, jejichž střídavé svorky jsou připojeny ke střídavé napájecí síti, vyznačující se tím, že druhá stejnosměrná svorka každého z bloků (8.1 až 8.N) měničů je připojena přes příslušnou vyhlazovací indukčnost (7.1 až 7.N) k vlastnímu blokovému uzlu (11.1 až 11.N), který má vždy společný s prvními póly odpovídající skupiny druhých jednosměrných spínacích prvků (3.1, 3.2, ... 3.M), kde každá tato skupina obsahuje alespoň jeden jednosměrný spínací prvek, přičemž druhé póly všech druhých jednosměrných spínacích prvků (3.1, 3.2 ... 3.M) jsou připojeny k odpovídajícím druhým svorkám dělicích indukčností (2.1, 2.2 ... 2.M), jejichž první svorky jsou připojeny k druhé svorce (10) hlavní supravodivé indukčnosti (1), kde dále mezi druhé svorky dělicích indukčností (2.1, 2.2 ... 2.M) a první svorku (12) hlavní supravodivé indukčnosti (1) jsou připojeny příslušné sériové kombinace ochranných odporů (6.1, 6.2 ... 6.M) a třetích jednosměrných

spínacích prvků (5.1, 5.2 ... 5.M), přičemž k těmto sériovým kombinacím jsou paralelně připojeny odpovídající první jednosměrné spínací prvky (4.1, 4.2 ... 4.M), kde dále mezi každý blokový uzel (11.1 až 11.N) a první svorku (12) hlavní supravodivé indukčnosti (1) je vždy zapojen odpovídající kondenzátor (9.1 až 9.N).



Obr.1

261762



0br.2