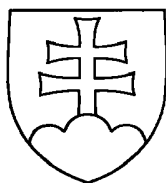


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19)

SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZVEREJNENÁ PRIHLÁŠKA VYNÁLEZU

- (22) Dátum podania prihlášky: 26.01.1999
(31) Číslo prioritnej prihlášky: 98870017.5
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: 28.01.1998
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: EP
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: 09.04.2001
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade
vylúčenej prihlášky:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky
podľa PCT: PCT/BE99/00010
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky
podľa PCT: WO 99/39418

(21) Číslo dokumentu:

1036-2000

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁷ :

H 02H 7/122

(71) Prihlasovateľ: ALSTOM BELGIUM S. A., Charleroi, BE;

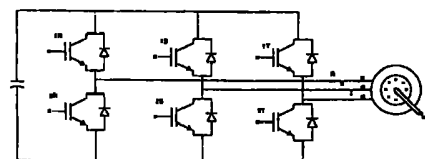
(72) Pôvodca vynálezu: Masselus Jean-Emmanuel, Mont-sur-Marchienne, BE;
Colasse Alexis, Jambes, BE;
Bodson Jean-Marie, Wavre, BE;

(74) Zástupca: Patentservis Bratislava, a. s., Bratislava, SK;

(54) Názov prihlášky vynálezu: **Spôsob symetrického vyrovnávania asymetrických porúch**

(57) Anotácia:

Spôsob vyrovnávania porúch, ku ktorým môže dochádzať v trakčnom reťazci obsahujúcom synchronný alebo asynchronný motor ovládaný dvojstupňovým alebo viacúrovňovým meničom, ktorý obsahuje statické spínače používajúce polovodiče, ako sú IGBT bipolárne polovodiče s izolovaným hradlom alebo bipolárne tranzistory. Tento vynález je charakteristický tým, že spomínaný spôsob zahŕňa detekovanie, či porucha spojuje alebo môže spájať fázu motora s vrcholom alebo spodom elektrického napájacieho zdroja a či na základe detekovania došlo v dôsledku poruchy ku skratovaniu iba jednej polovodičky meniča.



Spôsob symetrického vyrovnávania asymetrických porúch

Oblasť techniky

Prihlasovaný vynález sa zameriava na navrhnutie spôsobu symetrického vyrovnávania asymetrických porúch, ku ktorým môže dochádzať v trakčnom reťazci obsahujúcom synchronný alebo asynchronný motor ovládaný napäťovým meničom.

Doterajší stav techniky

Meniče a konkrétnejšie napäťové meniče sú určené na prevádzanie jednosmerného prúdu na striedavý prúd.

Obzvlášť dôležitou oblasťou využiteľnosti je ovládanie premenlivej rýchlosti synchronných alebo asynchronných strojov.

V takomto prípade je nutné z hľadiska zaťaženia, ktoré môže predstavovať každá fáza synchronného alebo asynchronného motora, vytvoriť trojfázový napäťový systém, ktorý sa blíži tak, ako je to len možné, vyváženému, sínusovému, trojfázovému systému s premenlivou frekvenciou a premenlivou amplitúdou. Napäťový menič je zariadenie, ktoré umožňuje dosiahnuť tento cieľ a zostavuje sa zo statických spínačov využívajúcich činné zložky ako sú tyristory. Z hľadiska využiteľnosti donedávna medzi tieto činné zložky patrili predovšetkým polovodiče ako tyristory, vypínacie tyristory GTO atď.

Nejakú dobu sa objavovali nové typy statických spínačov, ktoré možno označiť názvom „IGBT“ (táto skratka je prevzatá podľa anglického výrazu „Insulated Gate Bipolar Transistor“) a používajú bipolárne tranzistory s izolovaným hradlom. Tieto zariadenia účinkujú ako ovládateľné súčasti v tom zmysle, že možno v každom okamžiku predpisovať elektrický prúd, ktorý spínač vyžaduje, na základe nastavovania napätia na jeho riadiacom hradle, zatiaľ čo v prípade staršej generácie spínačov, ako sú napríklad vypínacie tyristory GTO a podobne, je možné určiť iba okamžik, v ktorom sa zapínajú a okamžik, v ktorom sa vypínajú.

Prihlasovaný vynález sa konkrétnejšie týka meničov, ktoré používajú novú generáciu činných zložiek, ako sú IGBT alebo rovnocenné bipolárne tranzistory.

V prípade skratu (poruchy polovodiča) v dvojúrovňovom meniči je odpovedajúca fáza motoru trvalo pripojená buď k vrchnému bodu meniča alebo k jeho spodnému bodu za

predpokladu, že polovodič nachádzajúci sa na tej istej odbočke je vypnutý, pretože inak by bola celá odbočka skratovaná, čo sa rovná skratovaniu vstupu a výstupu meniča. V tomto okamžiku činnosti blokovania meniča, ktorá sa vykonáva na základe vypnutia všetkých neporušených polovodičov, umiestni motor do elektrickej konfigurácie, ktorá môže (v závislosti na okamžiku poruchy) generovať prechodne nadmerný krútiaci moment na hriadeľ motora spôsobujúceho lámanie mechanické transmisie.

Riešením tohto problému je spôsobenie súmerného trojfázového skratu na vývodoch motoru. Na účely vykonávania tohto opatrenia existuje niekoľko možností.

V konkrétnom prípade skratovania asynchrónneho motora je k dispozícii známy praktický postup, ktorý je obsiahnutý predovšetkým v dokumente SU-1350783 a podľa ktorého sa súčasne skratujú všetky fáze motora tak, aby sa predišlo asymetrickej poruche, čo inými slovami znamená poruchu pripojenia fáze k vrcholnému bodu a spodnému bodu prívodu elektrického prúdu do meniča. Je nutné vytvoriť symetrické trojfázové spojenie nakrátko tak, aby nedošlo k mechanickému preťaženiu mechanickej transmisie v dôsledku nadmerného krútiaceho momentu generovaného asymetrickými skratmi.

Najjednoduchšie riešenie spočíva v súčasnom zapnutí všetkých polovodičov meniča, čo spôsobuje skratovanie vstupného kondenzátora meniča. V takomto prípade však musia byť všetky polovodiče dimenzované tak, aby boli schopné vydržať skratový prúd vstupného kondenzátora navyše ku skratovanému prúdu motora. Toto je možné v prípade použitia meničov na báze vypínacích tyristorov GTO, pretože elektrický prúd v týchto tranzistoroch je obmedzovaný obmedzujúcimi indukčnými reaktanciami (strmostí nárastu prúdu di/dt). Nanešťastie v prípade meničov na báze IGBT je výsledkom použitia zberníc s nízkou indukčnou reaktanciou medzi vstupným kondenzátorom meniča a IGBT bipolárnymi tranzistormi s izolovaným hradlom to, že elektrický prúd nie je obmedzovaný indukčnými reaktanciami tak, ako v prípade vypínacích tyristorov GTO. Navyše vlastné IGBT bipolárne tranzistory s izolovaným hradlom obmedzujú svoj kolektorový prúd v dôsledku.

Na jednej strane možno uviesť, že v tejto oblasti techniky existujú prostriedky na ochranu dvojúrovňových meničov na báze IGBT poháňajúcich motor s premenlivou rýchlosťou. Dokument GB-A-2309597 zhrňuje doterajší stav v tejto oblasti techniky.

Zariadenia určené na vyššie uvedené účely používajú obvody na detekovanie nesýtenia IGBT bipolárných tranzistorov s izolovaným hradlom a tieto obvody detekujú poruchu vnútri alebo pri výstupe meničov a odstavujú menič z prevádzky.

Nedostatok týchto zariadení spočíva v tom, že môžu detekovať poruchu na asynchrónnom motore, ktorý napája menič, ktorý je chránený rovnakými zariadeniami.

Podstata vynálezu

Prihlasovaný vynález sa zameriava na vyvinutie spôsobu, ktorý je určený na ochranu synchronného alebo asynchronného trakčného reťazca vybaveného napäťovým meničom, ktorý je sám o sebe zostavený zo statických spínačov obsahujúcich polovodiče a ktorý rieši problém schopnosti spomínaných polovodičov vydržať účinky elektrického prúdu.

Prihlasovaný vynález sa konkrétnejšie zameriava na schopnosť obmedzenia účinku krútiaceho momentu synchronného alebo asynchronného motora, ktorý sa napája elektrickým prúdom z dvojúrovňového alebo viac úrovňového napäťového meniča, generovaného počas poruchy nachádzajúcej sa vnútri alebo zvonka meniča napájajúceho motor.

Prihlasovaný vynález sa taktiež zameriava na vyvinutie technickej stratégie na celkovú ochranu trakčného reťazca, ktorá umožňuje symetrické vyrovňovanie asymetrického skratu pri výstupe napäťového meniča bez poškodenia tohto meniča.

Prihlasovaný vynález sa týka spôsobu symetrického vyrovňovania asymetrickej poruchy, ku ktorej môže dôjsť v trakčnom reťazci obsahujúcom synchronný alebo asynchronný motor ovládaný dvojúrovňovým alebo viacúrovňovým napäťovým vodičom, ktorý je zostavený zo statických spínačov používajúcich polovodiče, ako sú IGBT bipolárne polovodiče s izolovaným hradlom, kde podľa tohto spôsobu jeden bipolárny polovodič detekuje, či porucha pripojuje alebo môže pripojiť fázu motora k vrchnému bodu alebo k spodnému bodu elektrického zdroja meniča, a kde podľa tohto spôsobu jeden bipolárny polovodič skratuje iba tú polovičku meniča, ktorá vykazuje poruchu na základe výsledku detekovania.

Prihlasovaný vynález sa presnejšie týka spôsobu ochrany, podľa ktorého sa všetky fázy napäťového meniča trvalo pripojujú k vrchnému bodu alebo ku spodnému bodu meniča, čím sa spôsobuje symetrický trojfázový skrat pri vstupe tohto meniča bez uskutočňovania akéhokoľvek skratu na jeho vstup následne po detekovaní a určení miesta poruchy. Toto predpokladá, aby všetky fázy motora boli zvedené do vrchného bodu elektrického zdroja meniča, pokiaľ je porucha taká, že pripojuje prinajmenšom jednu fázu motora k vrchnému elektrickému zdroju meniča a aby všetky fázy motora boli zvedené do spodného bodu elektrického zdroja meniča, pokiaľ je porucha taká, že pripojuje prinajmenšom jednu fázu motora ku spodnému bodu elektrického zdroja meniča, čo sa dosahuje bez uskutočňovania akéhokoľvek skratu na vstupe meniča.

V súlade s činnosťou vyhotovenia, v ktorom sa používa dvojúrovňový menič, sa miesto poruchy v dvojúrovňovom meniči určuje na základe využitia princípu detekovania nesýtenia IGBR bipolárneho polovodiča s izolovaným hradlom.

V súlade s činnosťou vyhotovenia, v ktorom sa používa menič s tromi alebo viacerými úrovňami, sa miesto poruchy v trojúrovňovom meniči určuje na základe využitia princípu detekovania nesýtenia a detekovania aktívneho špičkového obmedzenia IGBR bipolárneho polovodiča s izolovaným hradlom.

Prehľad obrázkov na výkrese

Teraz sa uskutoční opis príkladov vyhotovenia spôsobu podľa prihlasovaného vynálezu s odkazom na pripojené vyobrazenia, na ktorých:

obr.1, 2 a 3 ukazujú rôzne kroky spôsobu podľa prihlasovaného vynálezu v prípade dvojúrovňového meniča pripojeného k trom fázam asynchrónneho motora,

obr.4, 5 a 6 ukazujú rôzne kroky spôsobu podľa prihlasovaného vynálezu v prípade trojúrovňového meniča pripojeného k trom fázam asynchrónneho motora.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Na obr.1 je schematicky znázornený dvojúrovňový menič, ktorý je pripojený k trom motorovým fázam R, S a T asynchrónneho motora M.

Toto vyobrazenie schematicky predstavuje tri vetvy konvenčného dvojúrovňového meniča, ktorý sa používa v súvislosti s prihlasovaným vynálezom. Ako je v tejto oblasti techniky bežné, každá vetva tohto meniča obsahuje dva spínače I1 (R, S, T) alebo I2 (R, S, T), ktoré striedavo dodávajú elektrické zaťaženie, ktoré predstavuje fázy asynchrónneho motora M.

V tomto konkrétnom prípade ide o elektrické zaťaženie typu vlastnej indukcie a je nutné, aby obidva spínače každej vetvy boli usporiadané v paralelnom zapojení s diódou, ktorá sa označuje ako „nulová (rekuperačná) dióda“ (D1 alebo D2), ktorá umožňuje privod záťažového prúdu vtedy, keď je odpovedajúci spínač otvorený. Prítomnosť tejto diódy umožňuje pokles indukčného záťažového prúdu a tým vzniká možnosť odvrátenia

nebezpečenstva akéhokoľvek deštruktívneho, nadmerného rastu napätia v dobe, keď je odpovedajúci spínač otvorený.

Dvojúrovňový menič sa uplatňuje následovne. V prípade použitia spínačov typu IGBT bipolárnych tranzistorov s izolovaným hradlom (na rozdiel od prípadu používaných spínačov GO vypínaných hradlom) je dovolené opakované blokovanie na základe zapínania polovodiča s ohľadom na skrat alebo vtedy, keď sa objaví skrat i napriek zapnutiu IGBT bipolárneho tranzistora s izolovaným hradlom. Je jasné, že IGBT bipolárny tranzistor s izolovaným hradlom skutočne obmedzuje svoj kolektorový prúd na takú úroveň prúdu, ktorá je trikrát až šesťkrát nižšia ako jeho menovitý prúd. Tento jav sa označuje ako „nesýtenie“.

Detekované nesýtenie IGBT bipolárneho tranzistora s izolovaným hradlom umožňuje detekovanie skratu a uskutočňuje sa porovnávaním hodnoty V_{ce} (kolektor-emitor) pri vývodoch IGBT s referenčným napätím, ktoré sa generuje vnútri v spúšťači, ktorý riadi bipolárny tranzistor s izolovaným hradlom. Pokiaľ je merané napätie V_{ce} väčšie ako toto referenčné alebo porovnávacie napätie, potom spúšťač tento rozdiel detekuje a v prípade, kedy je to potrebné, môže opakovane zablokovat' bipolárny tranzistor s izolovaným hradlom, ktorý je zapnutý a vysiela signál do riadiaceho elektronického zariadenia s informáciou o detekovaní skratu.

Riadiace elektronické zariadenie vydáva povel na vypnutie IGBT bipolárneho tranzistora s izolovaným hradlom, ktorý sa nachádza na tej istej polovici meniča a nariaďuje zapnutie ďalších IGBT bipolárnych tranzistorov.

V tejto súvislosti možno napríklad predpokladať, že riadiace elektronické zariadenie obdrží nasledujúcu informáciu: spúšťač zablokoval spínač 1R v dôsledku detekovania nesýtenia. Z toho vyplýva, že skrat pripojuje fázu R k najspodnejšiemu bodu meniča. Činnosť, ktorú bude riadiace elektronické zariadenie uskutočňovať, vychádza z potreby vydania povelu následného zapnutia spínačov 2R, 2S a 2T.

Obr.2 a 3 schematicky predstavujú skratovanie jednej z dvoch častí meniča.

Konkrétnejšie možno uviesť, že na obr.2 je horná časť meniča skratovaná. V tomto prípade riadiace elektronické zariadenie vysiela povel na otvorenie spínačov I2R, I2S a I2T a zapínacie povel do spínačov I1R, I1S a I1T. Vzhľadom k tomu, že kolektory spínačov I1R, I1S a I1T sú spoločne spojené, ich súčasné zapnutie spôsobuje skrat medzi tromi fázami R, S a T motora. Napätie vstupného kondenzátora C preberajú spínače I2R, I2S a I2T.

Na obr.3 je skratovaná dolná časť meniča. V tomto prípade riadiace elektronické zariadenie vysiela povel na otvorenie spínačov I1R, I1S a I1T a zapínacie povel do spínačov I2R, I2S a I2T. Emitory spínačov I2R, I2S a I2T sú vzájomne spojené, a preto ich

súčasné zapnutie spôsobuje skrat medzi tromi fázami R, S a T motora. Napätie vstupného kondenzátora C preberajú spínače I1R, I1S a I1T.

Trojúrovňový menič sa uplatňuje nasledovne. Obr.4 predvádza trojúrovňový menič, ku ktorému sú pripojené tri fázy asynchrónneho motora. Každá z troch vetví meniča sa skladá zo štyroch spínačov I1, I2, I3 a I4 (príslušne pre R, S a T), ktoré sa zapínajú alebo vypínajú po dvoch tak, aby striedavo napájali zaťažovanú fázu asynchrónneho motora.

Tiež v tomto prípade sa na každom spínači umiestňuje nulová dióda D1 alebo D2 tak, aby umožňovala priechod elektrického prúdu vtedy, keď sú odpovedajúce spínače otvorené.

Obr.5 predstavuje skratovanú časť meniča, zatiaľ čo obr.6 predvádza skratovanie dolnej časti meniča.

Porucha nevyhnutelne nepripojuje odpovedajúce fázy k vrchnému bodu alebo k spodnému bodu meniča. Ako príklad možno uviesť, že pokiaľ je to polovodič, ktorý je vadnou súčasťou a pokiaľ je skratovaným polovodičom vnútorný polovodič, potom existuje možnosť blokovania nepoškodených polovodičov bez pôsobenia akéhokoľvek nadmerného krútiaceho momentu pôsobiaceho na hriadeľ motora.

Na druhej strane v prípadoch, kedy porucha spôsobuje priechod fáze na vrchný bod alebo spodný bod meniča, je skratovací postup použiteľný.

Preto je ochranný technický postup nasledovný:

- (a) pokiaľ sa na IGBT detekuje nesýtenie, potom riadiace elektronické zariadenie spôsobuje blokovanie všetkých IGBT bipolárnych tranzistorov s izolovaným hradlom príslušného meniča;
- (b) pokiaľ sa vnútorný IGBT vystavuje nadmernému napätiu, potom odpovedajúci spúšťač ochraňuje tento IGBT a vracia informáciu o nadmernom napätí do riadiaceho elektronického zariadenia, ktoré vydáva povel na zapnutie IGBT bipolárnych tranzistorov s izolovaným hradlom tej istej polovičky meniča a vydáva povel na vypnutie ostatných IGBT bipolárnych tranzistorov s izolovaným hradlom.

Na príklade si možno názorne predstaviť poruchu, ktorá spôsobuje priechod fáze na vrcholný bod meniča.

IGBT bipolárny tranzistor s izolovaným hradlom je ovládaný riadiacim elektronickým zariadením, ale je však skratovaný. Tento IGBT bipolárny tranzistor s izolovaným hradlom je uvedený do stavu zapnutia a záťažovým prúdom je výstupný prúd z meniča. IGBT bipolárne tranzistory 3R a 4R sú vypnuté.

Ďalší krok činnosti trojúrovňového meniča normálne obsahuje vypnutie IGBT bipolárneho tranzistora 1R a zapnutie IGBT bipolárneho tranzistora 3R.

Čo sa stane potom?

- 1) IGBT bipolárny tranzistor 1R sa nevypne, pretože je vadný;
- 2) IGBT bipolárny tranzistor 3R sa zapne a spôsobí skratovanie slučky C1, 1R, 2R, 3R, dióda;
- 3) IGBT bipolárny tranzistor 2R alebo IGBT bipolárny tranzistor 3R nebudú sýtené a odpovedajúci spúšťač bude blokovať ich IGBT, pričom informácia o tomto stave bude vrátená do riadiaceho elektronického zariadenia;
- 4) riadiace elektronické zariadenie bude požadovať blokovanie všetkých IGBT bipolárnych tranzistorov meniča. Všetky IGBT bipolárne tranzistory s izolovaným hradlom budú blokované s výnimkou IGBT bipolárneho tranzistora 1R;
- 5) kolektor IGBT bipolárneho tranzistora 2R sa pripojí k vrchnému bodu meniča;
- 6) vzhľadom na to, že prúd fázy R je výstupný, nebude možné blokovat' IGBT bipolárny tranzistor 2R za studena bez jeho poškodenia v dôsledku nadmerného napätia (pretože v dôsledku blokovaní spôsobí vodivosť antiparalelných diód 3R a 4R). Avšak riadiace elektronické zariadenie vydáva povel na blokovanie všetkých IGBT bipolárnych tranzistorov s izolovaným hradlom;
- 7) riešenie prijaté na odvrátenie poškodenia IGBT bipolárneho tranzistora 2R vychádza z inštalovania ochrany proti účinkom nadmerného napätia na základe obmedzenia špičiek na všetkých spúšťačoch. V prípade nadmerného napätia budú aktívne špičkové obmedzenia automaticky znižovať napätie V_{ce} na vopred stanovenú hodnotu a informácia o tomto stave bude odoslaná do riadiaceho elektronického zariadenia, pokiaľ nadmerné napätie bude trvať príliš dlho. Potom riadiace elektronické zariadenie vydá rozhodnutie vyslať zapínací povel do tej polovičky meniča, ktorej odpovedá IGBT bipolárny tranzistor vystavený účinku nadmerného napätia.

Obr.5 predstavuje skratovanie hornej časti meniča, zatiaľ čo obr.6 predvádza skratovanie dolnej časti meniča.

Vzhľadom k tomu, že spínače I1R, I1S a I1T majú svoje emitory vzájomne prepojené a ich príslušné kolektory sú pripojené k spínačom I2R, I2S a I2T, ako je to predvedené na obr.5, bude činnosť zapínania spínačov I1R, I1S, I1T, I2R, I2S a I2T spôsobovať skrat medzi tromi fázami R, S a T motora. Napätie vstupných kondenzátorov potom preberajú spínače I3R, I3S, I3T, I4R, I4S a I4T.

Pretože sú spínače I4R, I4S a I4T majú svoje emitory navzájom prepojené a ich príslušné kolektory sú pripojené k spínačom I3R, I3S a I3T, ako je to uvedené na obr.5, bude v prípade skratovania dolnej časti činnosť zapínania spínačov I3R, I3S, I3T, I4R, I4S a I4T spôsobovať skrat medzi tromi fázami R, S a T motora. Napätie vstupných kondenzátorov potom preberajú spínače I1R, I1S, I1T, I2R, I2S a I2T.

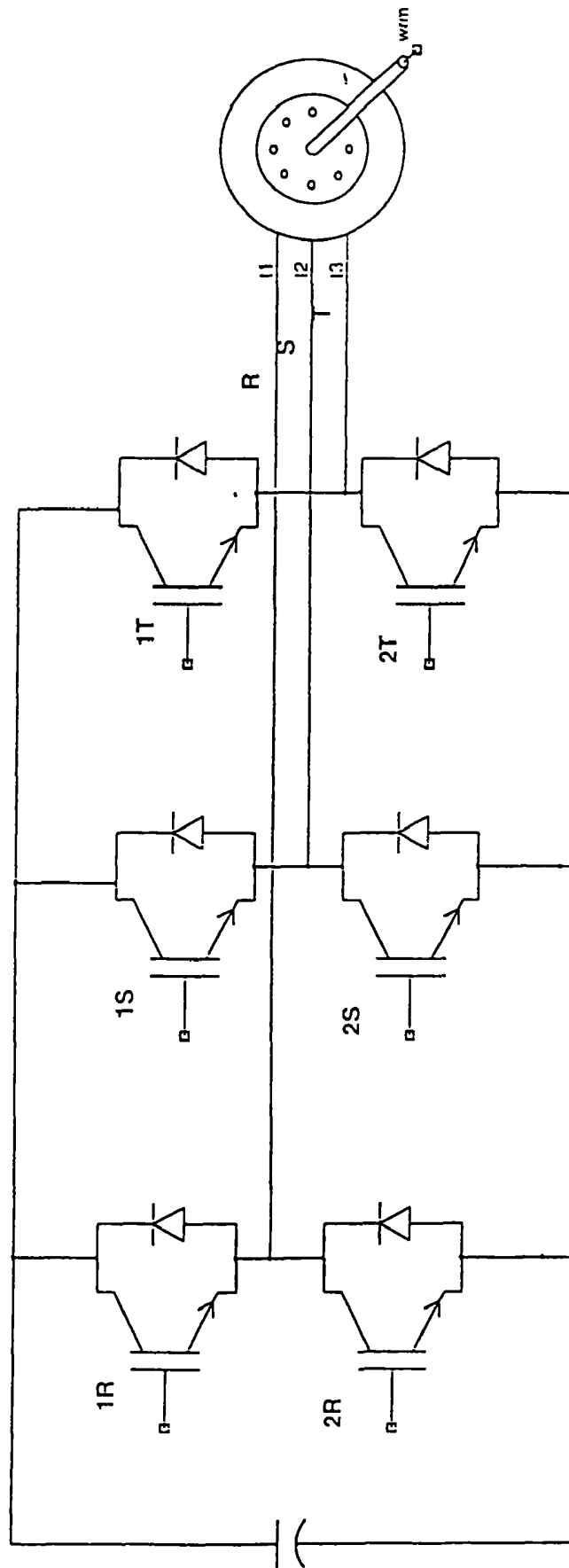
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Spôsob symetrického vyrovnávania asymetrických porúch, ku ktorému môže dojsť v trakčnom reťazci obsahujúcom synchronný alebo asynchronný motor ovládaný dvojúrovňovým alebo viacúrovňovým napäťovým vodičom, ktorý je zostavený zo statických spínačov používajúcich polovodiče, ako sú IGBT bipolárne polovodiče s izolovaným hradlom alebo bipolárne polovodiče, *vyznačujúci sa tým*, že jeden detekuje, či porucha pripojuje alebo môže pripojiť fázu motora k vrchnému bodu alebo ku spodnému bodu elektrického meniča a že jeden skratuje iba tu polovičku meniča, ktorá vykazuje poruchu na základe výsledkov detekovania.
2. Spôsob symetrického vyrovnávania asymetrických porúch podľa nároku 1, *vyznačujúci sa tým*, že všetky fázy napäťového meniča sa trvalo pripojujú k vrchnému bodu alebo spodnému bodu meniča, čím vzniká možnosť vyvolania symetrického trojfázového skratu pri vstupe tohto meniča bez spôsobenia akéhokoľvek skratu na jeho vstupe po detekovaní a určení miesta poruchy.
3. Spôsob symetrického vyrovnávania asymetrickej poruchy podľa nároku 2, *vyznačujúci sa tým*, že fázy motora sa zvädzajú do vrchného bodu elektrického zdroja meniča, pokiaľ je porucha taká, že pripája prinajmenšom jednu fázu motora k vrchnému elektrickému zdroju meniča, a že všetky fázy motora sa zvädzajú do spodného bodu elektrického napájacieho zdroja meniča, pokiaľ je porucha taká, že pripája prinajmenšom jednu fázu motora k spodnému bodu elektrického napájacieho zdroja meniča, čo sa dosahuje bez spôsobenia akéhokoľvek skratu na vstupe meniča.
4. Spôsob symetrického vyrovnávania asymetrickej poruchy podľa nároku 3, *vyznačujúci sa tým*, že porucha v dvojúrovňovom meniči sa lokalizuje na základe využitia princípu detekovania nesýtenia IGBT bipolárneho polovodiča s izolovaným hradlom.

5. Spôsob symetrického vyrovnávania asymetrickej poruchy podľa nároku 3, **vyznačujúci sa tým**, že porucha v dvojúrovňovom meniči sa lokalizuje na základe využitia princípu detekovania nesytenia a detekovania aktívneho špičkového obmedzenia IGBT bipolárneho polovodiča s izolovaným hradlom.

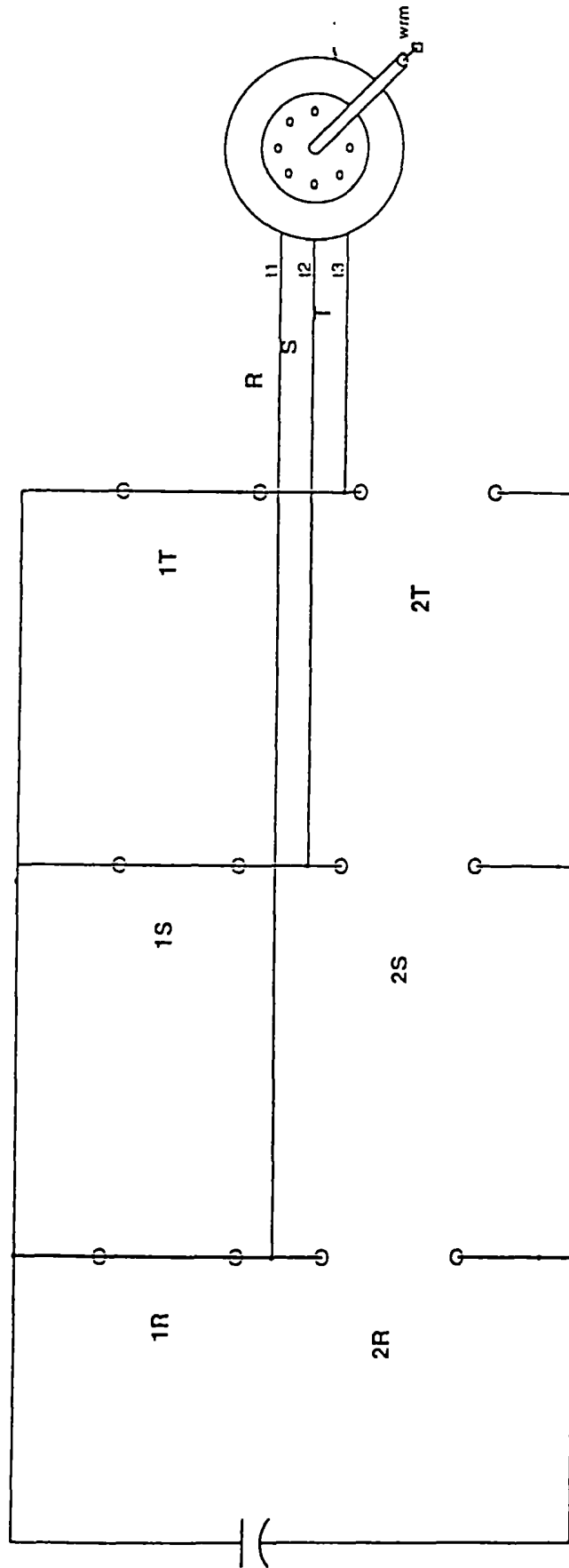
1/6

Obr. 1



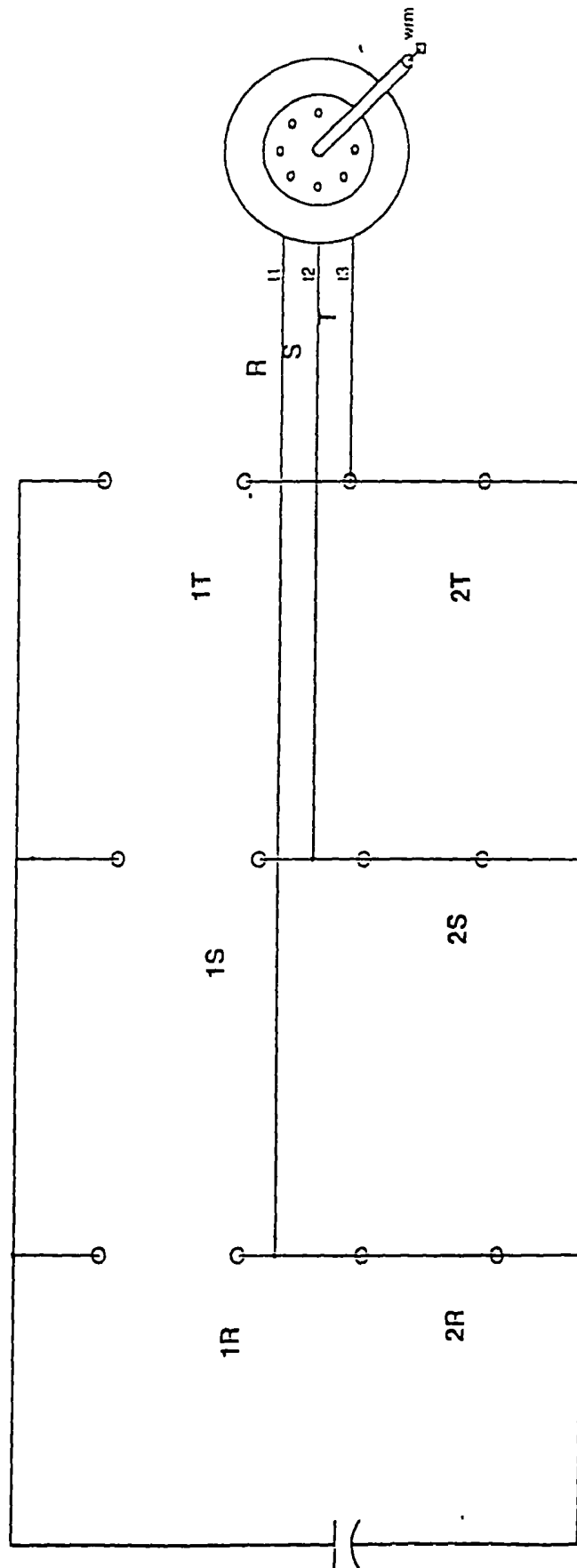
2/6

Obzr. 2



3/6

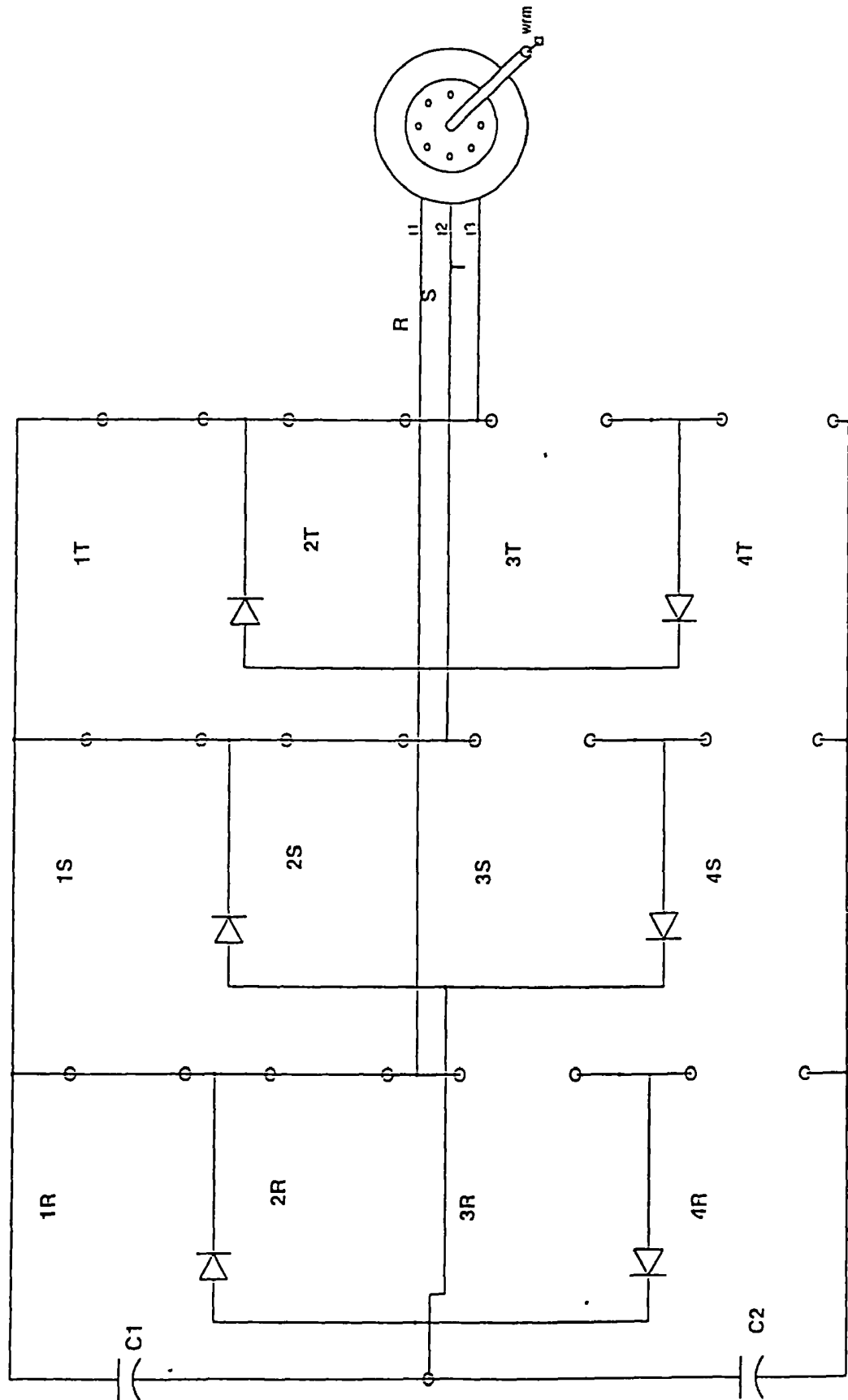
Обр. 3





5/6

Obz. 5



Obz. 6

