



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 46028

(13) C2

(51) 6 B60L9/30

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

(21) 97126037
(22) 10 03 1997
(24) 15 05 2002
(86) РСТ/СН97/00093, 10 03 1997
(31) 196 09 550 6
(32) 12 03 1996
(33) DE
(46) 15 05 2002, Бюл. № 5, 2002 р
(72) Кеттелер Карл-Херманн, СН
(73) ДАЙМЛЕРКРАЙСЛЕР РЕЙЛ СИСТЕМС ГмбХ, DE
(56) Патент Германії №4138256
(57) 1 Спосіб перетворення електричної енергії, який характеризується тим, що електричну енергію принаймні з одного першого джерела енергії (1) із заданою постійною напругою (U1) та другого джерела енергії (12) із заданою змінною напругою (U2) принаймні через один мережний вентильний перетворювач електроенергії, тобто перший перетворювач струму (2), і принаймні через один перетворювач споживчої лінії, тобто другий вентильний перетворювач струму (8), перетворюють в електроенергію для електричного агрегата або споживача змінного струму (11, 11'), який має на кожну фазу змінного струму (R, S, T) принаймні першу частину обмотки (MW1) і другу частину обмотки (MW2), причому ці частини обмотки (MW1, MW2) є відокремленими одна від одної струмопровідними обмотками, який відрізняється тим, що перед переключенням від другого джерела енергії (12) із заданою змінною напругою (U2) на перше джерело енергії (1) із заданою постійною напругою (U1), паралельні частини обмотки (MW1, MW2), заживлювані другим перетворювачем (8), розділяють одну від одної, причому другу частину обмотки (MW2) з'єднують з першим перетворювачем (2), а першу частину обмотки залишають з'єднаною з другим перетворювачем (8), внаслідок чого різні частини обмотки (MW1, MW2) живляться від різних перетворювачів (2, 8), а перед переключенням від першого джерела енергії (1) із заданою постійною напругою (U1) на друге джерело енергії

2

(12) із заданою змінною напругою (U2) роздільні частини обмотки (MW1, MW2) споживача змінного струму (11, 11') кожною фазою змінного струму підключають (R, S, T) електрично паралельно до другого перетворювача (8), причому другу частину обмотки (MW2) відділяють від першого перетворювача (2), а перший перетворювач (2) із режиму роботи як перетворювач споживчої лінії переключають на режим роботи як мережний перетворювач

2 Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що при живленні енергією з джерела постійної напруги (U1) різні частини обмотки (MW1, MW2) для зменшення зворотного впливу на мережу працюють при взаємному фазовому зсуві вихідної напруги різних перетворювачів струму (2, 8)

3 Пристрій для перетворення електричної енергії, який містить перший вентильний перетворювач (2) і другий вентильний перетворювач (8), з'єднані з першим джерелом енергії (1), яке створює постійну напругу (U1) або з другим джерелом енергії (12), яке створює змінну напругу (U2), другий перетворювач (8) на стороні змінного струму, з'єднаний з електричним агрегатом або принаймні із споживачем змінної напруги (11, 11'), і споживач змінного струму (11, 11'), який має в кожній фазі змінного струму (R, S, T) принаймні першу частину обмотки (MW1) і другу частину обмотки (MW2), який відрізняється тим, що при живленні першого перетворювача (2) і другого перетворювача (8) від першого джерела енергії (1) із постійною напругою (U1) перша частина обмотки (MW1), з'єднана з другим перетворювачем (8), а друга частина обмотки (MW2) - з першим перетворювачем (2), причому перетворювачі (2, 8) працюють як інвертори, частини обмотки (MW1, MW2) при живленні першого перетворювача (2) від другого джерела енергії (12) із змінною напругою (U2) підключені паралельно до другого перетворювача (8), причому перший перетворювач (2) працює як випрямляч, а другий перетворювач (8) як інвертор

Винахід стосується способу та електричного кола для перетворення електричної енергії

Винахід базується на рівні техніки, відомому з патенту DE 4138256. У ньому описана двосистем-

C2
(13)
46028
(11)
UA
(19)

на концепція тягового приводу, призначеного для перемінної напруги 15кВ в мережі, 16 2/3Гц і постійної напруги в мережі 3кВ. Приводні двигуни живляться через один або два інвертори від проміжної ланки постійної напруги. У випадку мережі перемінного струму проміжна ланка постійної напруги живиться через два включені паралельно регулятори (із характеристикою в чотирьох квадрантах), а у випадку мережі постійної напруги – через два послідовно включені регулятори постійної напруги.

Винахід вирішує задачу вдосконалення вищевказаного способу і електричного кола для перетворення електричної енергії таким чином, щоб це перетворення можна було здійснити при менших витратах технічних засобів. Для цього потрібно скоротити як обсяг електромонтажних робіт, так і зменшити транспортовані маси, насамперед у поворотному візку тягового приводу.

Сутність винаходу полягає у тому, що при роботі від першого джерела енергії з постійною напругою перша частина обмотки двигуна з'єднана другим вентиляльним перетворювачем струму, тоді як друга частина обмотки двигуна – із першим вентиляльним перетворювачем струму, а при роботі від другого джерела енергії з перемінною напругою обидві частини обмотки, тобто перша і друга частини обмотки, підключені паралельно до другого вентиляльного перетворювача струму.

Переважаюча форма виконання полягає у тому, що при живленні енергією від джерела постійної напруги зменшення вищих гармонік струму в мережі досягається шляхом фазового зсуву вихідної напруги обох вентиляльних перетворювачів струму, внаслідок чого забезпечується зменшення додаткових втрат у двигуні, а також пульсуючих моментів.

Суттєва перевага винаходу полягає у тому, що при ньому зменшується число застосовуваних кабелів для підключення двигуна і число застосовуваних розподільників трифазного струму. Спрощується комутаційна апаратура для переключення джерел енергії з різною напругою, а також зменшується маса кабелів, які монтуються у поворотному візку. Вимагаються лише деякі критичні комутаційні операції. У зв'язку з цим критичними комутаційними операціями є операції всередині проміжної ланки постійної напруги в перетворювачі, оскільки там необхідно монтувати перемикачі з дуже низькою індукцією.

Винахід базується на двохточковій схемотехніці і не потребує регуляторів із високим або низьким настроюванням і відповідних дроселів.

При перетворенні електроенергії від джерел постійної напруги необхідним є лише однократне перетворення енергії.

Нижче наводиться опис винаходу на прикладі виконання.

Зокрема, показані

на фіг. 1 – багатосистемна схема приводу з вентиляльним перетворювачем і двома машинами, які мають по дві частини обмоток на кожну фазу перемінного струму у з'єднанні зіркою при роботі в мережі постійної напруги,

на фіг. 2 – багатосистемна схема приводу при роботі в мережі перемінної напруги.

Однакові деталі позначені на кресленнях однаковим чином, причому показані лише важливі для розуміння винаходу елементи.

На фіг. 1 номером 1 позначене джерело енергії, у даному випадку мережа постійної напруги U1, рівної 3кВ, яке питає через струмоприймач проміжну ланку постійної напруги ZK вентиляльного перетворювача 2, ZK, 8.

Перший вентиляльний перетворювач струму 2 складається з чотирьох часткових перетворювачів, паралельно підключених на стороні постійного струму. Обидва верхні часткові перетворювачі можуть бути з'єднані через перший вимикач S1 із першою вторинною обмоткою SW 1 мережевого трансформатора T, який на первинній стороні підключений до мережі перемінної напруги 12 із перемінною напругою U2, що дорівнює 15кВ, 16 2/3Гц. Обидва нижні часткові перетворювачі першого перетворювача 2 можуть бути з'єднані через другий вимикач S2 із другою первинною обмоткою SW2 мережевого трансформатора T. Позначений номером 21 верхній частковий перетворювач першого перетворювача 2 застосовується у гальмівному режимі роботи споживача перемінного струму, тобто двигуна або електричної машини 11, 11' у з'єднанні з вимикачем S11 і гальмівним опором R1 у якості регулятора гальмівної енергії або обмежувача миттєвої напруги, щоб уникнути небажаних перенапруг. Паралельно до першого перетворювача 2 у проміжній ланці постійної напруги ZK включений перший конденсатор проміжної ланки C1.

Перший перетворювач 2 через проміжну ланку постійної напруги ZK включений послідовно з інвертором або другим перетворювачем 8, причому позитивний полюс 3 першого перетворювача 2 підключений до мережі постійної напруги U1, негативний полюс 4 першого перетворювача 2 через п'ятий вимикач S5 з'єднаний із позитивним полюсом 6 другого перетворювача 8, а негативний полюс 5 другого перетворювача 8 через дросель фільтра L, дев'ятий вимикач S9 і принаймні через одну вісь 9 транспортного засобу з'єднаний із рейкою 10 і заземлений. Паралельно до другого перетворювача 8 у проміжній ланці постійної напруги ZK підключений другий конденсатор C2 проміжної ланки і гальмівний регулятор із гальмівним опором R2 або миттєвий обмежувач напруги 7, щоб усунути небажані перенапруги і вивести їх через гальмівний опір R2.

Електричні машини 11, 11' мають трифазні обмотки двигуна або статора, які розділені на симетричні трифазні обмотувальні системи або на першу і другу частини обмотки MW1, MW2, кожна з яких має однакову кількість витків. Обидві частини обмотки MW1, MW2 змонтовані за схемою зірки і розділені одна від одної своїм вимикачем S7. Сполучені своїм вимикачем S7 кінці другої частини обмотки MW2 сполучені через восьмий вимикач S8 і трифазні проводи P', S', T' з виходами перемінної напруги трьох нижніх часткових перетворювачів струму першого перетворювача 2. Сполучені своїм вимикачем S7 кінці першої частини обмотки MW1 підключені через трифазні лінії R, S, T до виходів перемінної напруги другого перетворювача 8.

Зображені на схемі положення з підключеними на стороні постійної напруги послідовно першим перетворювачем 2 і другим перетворювачем 8 відповідають живленню включених за схемою зірки електричних машин 11, 11' з мережі 1 постійної напруги 3кВ. Якщо мережа 1 постійної напруги не в змозі прийняти накопичену гальмівну енергію, остання повинна перетворитися у гальмівних опорах R1, R2 у тепло. У цьому положенні конденсатори C1 і C2 проміжної ланки в паралельному з'єднанні служать опорними конденсаторами для згладжування напруги в проміжному колі ЗК постійної напруги. Конденсатор C3, який через перемикач 6 теж підключений паралельно до конденсаторів C1 і C2, існує з тією ж метою для згладжування напруги.

На фіг. 2 показана схема роботи від мережі 12 перемінної напруги. Переключення від мережі 1 постійної напруги до мережі 12 перемінної напруги відбувається в знеструмленому стані, причому вимикачі S1, S2, S3, S4, S7 і S10 замкнуті, а вимикачі S5, S8, S9 і S11 розімкнуті. Перемикач S6 переключється таким чином, що конденсатор C3 і котушка L включаються послідовно. При цьому струмоприймач мережі 1 постійної напруги втягується. Частини обмотки MW1, MW2 електричних машин 11, 11' включені паралельно. Перший перетворювач 2, який у режимі роботи від постійної напруги є перетворювачем споживчої лінії або інвертором, є тепер перетворювачем мережного струму або випрямлювачем. Дросель фільтра L діє тепер разом із підключеним послідовно конденсатором C3 у якості відсмоктуючого контуру для компенсації пульсуючої потужності мережі. Доцільно розрахувати відсмоктуючий контур на подвійну частоту мережі, причому він вимагається тільки при однофазній мережі перемінної напруги.

При живленні електричних машин 11, 11' від мережі перемінної напруги можна у нормальному випадку повертати гальмівну енергію в мережу перемінної напруги, причому другий перетворювач виконує роль випрямлювача, а перший перетворювач 2 - інвертора. Всі змонтовані вимикачі можуть приводитися в дію вручну, електродвигунами, пневматикою або гидравлікою. В якості керованих електричних вентилів у перетворювачах 2, 8 і 7 застосовуються напівпровідникові ключі. Відповідно до сучасного стану техніки можуть бути застосовані, наприклад, тиристори GTO або транзистори. Важливе значення має те, що обмотки двигунів MW1, MW2 як у режимі роботи від мережі перемінної напруги, так і в режимі роботи від мережі постійної напруги діють у паралельному вмиканні. Тому кількість підводів до двигуна може бути обмежена шістьма, тобто в кожній обмотці MW1, MW2 для живлення трифазним струмом є три проводи до двигуна. Для можливого послідовного вмикання частин обмоток MW1, MW2 можна обійтися без трифазного вимикача і трьох додаткових проводів до двигуна, оскільки у цих частинах відсутня будь-яка помітна різниця в напругах при режимі роботи від мережі постійної напруги і режимі роботи від мережі перемінної напруги.

У режимі перемінної напруги напруга в проміжній ланці дорівнює 2кВ. Звідси отримується певна максимальна напруга головної гармоніки на

затискачах, на яку повинен бути розрахований двигун 11, 11'. При цій стабілізованій напрузі в проміжній ланці, яка дорівнює 2кВ, у режимі роботи від джерела перемінної напруги можна насамперед шляхом застосування конструктивних елементів даного класу напруги досягти економії з погляду розмірів, ваги і вартості.

Напруга в проміжній ланці в режимі постійної напруги для включених послідовно перетворювачів 2 і 8 становить приблизно 1,5кВ при максимумі до 2,1кВ. Тим самим для обмоток двигуна забезпечується те, що магнітна індукція в повітряному зазорі головного поля збудження в двигуні 11, 11' приблизно однакова в режимах роботи від постійної або перемінної напруги.

Дві обмотувальні системи в двигуні 11, 11' можна зсувати на кут 30°/р або ж виконати у вигляді обмоток з кількістю полюсів 2р (р - кількість пар полюсів). Завдяки зсуванню розташування трифазних обмоток MW1, MW2 значно зменшуються пульсуючі моменти в двигуні. Кожна частина обмотки MW1, MW2 електричної машини 11, 11' може бути, зрозуміло, змонтована і застосована не за схемою зірки, а за схемою трикутника.

Завдяки зсуванню подачі тактових імпульсів у інвертори при режимі роботи від постійної напруги в проміжній ланці ЗК постійної напруги досягається зниження зворотного впливу на мережу.

Зрозуміло, обмотки двигунів 11, 11' можна розділити і на частини MW1, MW2, кількість яких перевищує два. У цьому випадку потрібно застосувати більше двох приводних вентилятих перетворювачів. Тоді можна поширити багатосистемну структуру на менші постійні напруги мережі.

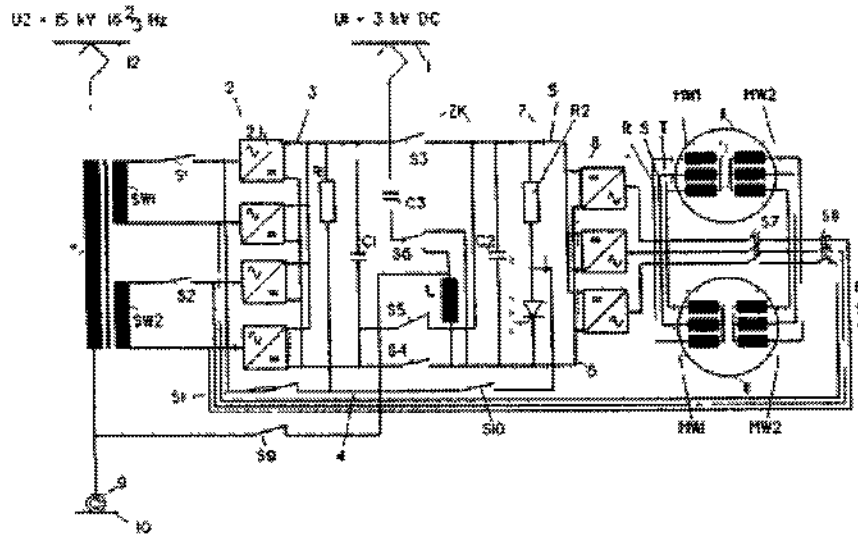
Якщо багатосистемну структуру потрібно розповсюдити на інші перемінні напруги мережі, наприклад, 25кВ, то треба вибрати мережеві трансформатори з іншими коефіцієнтами трансформації. Можливе також застосування з мережею постійної напруги 1,5кВ. Замість електричної машини 11, 11' можна було б також передбачити непоказаний трансформатор, який, наприклад, підключений до іншої мережі перемінної напруги і служить споживачем перемінного струму в даній системі передачі енергії.

Перелік позначень

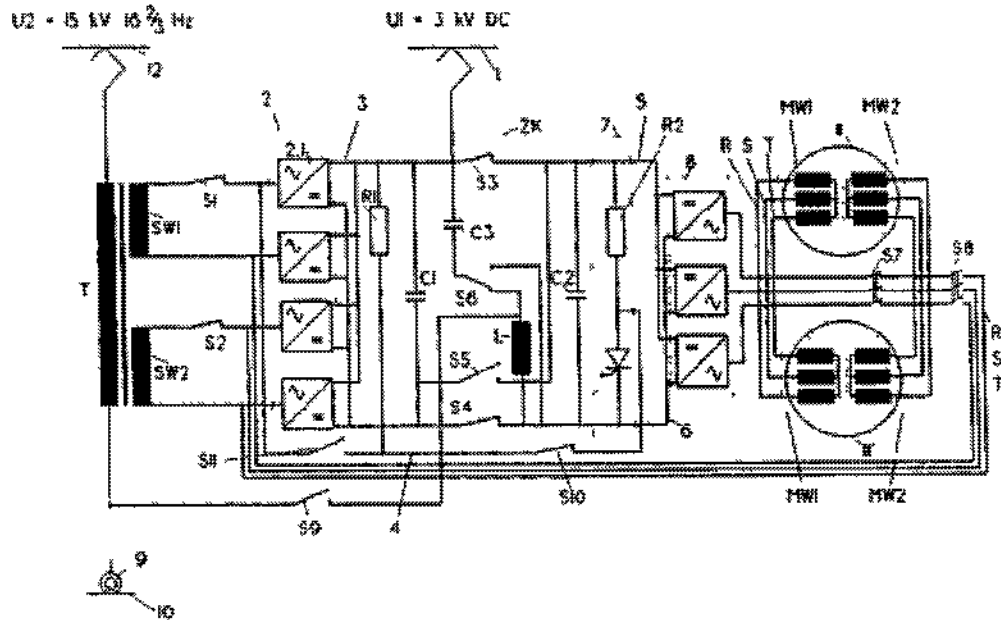
- 1 - мережа постійної напруги, джерело енергії,
- 2 - перший вентилятих перетворювач струму, випрямлювач, мережевий перетворювач,
- 2.1 - гальмівний регулятор, частковий перетворювач 2,
- 3 - позитивний полюс перетворювача 2,
- 4 - негативний полюс перетворювача 2,
- 5 - позитивний полюс перетворювача 8,
- 6 - негативний полюс перетворювача 8,
- 7 - гальмівний регулятор або обмежувач миттєвої напруги,
- 8 - другий вентилятих перетворювач або інвертор, перетворювач споживчої лінії,
- 9 - вісь транспортного засобу,
- 10 - рейка,
- 11, 11' - електрична машина, електродвигун, споживач енергії перемінного струму,
- 12 - мережа перемінної напруги, джерело енергії,
- C1, C2 - конденсатори проміжної ланки,

СЗ – конденсатор,
 L – дросель фільтра, дросель відсмоктууючого контуру,
 MW1 – перша частина обмотки машини 11, 11',
 MW2 – друга частина обмотки машини 11, 11',
 R1, R2 – гальмівні опори,
 P, S, T, P', S', T' – трифазні проводи, фази перемінного струму,

S1 - S11 – вимикачі, перемикачі, комутаційні пристрої,
 SW1, SW2 – повторні обмотки трансформаторів E,
 T – мережеві трансформатори,
 U1 – постійна напруга,
 U2 – перемінна напруга,
 ZK – проміжна ланка постійної напруги,
 ° – кут зсуву фаз, фазовий кут



Фіг. 1



Фіг. 2

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71