

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **232794**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **426936**

(51) Int.Cl.
B60R 16/023 (2006.01)
B60L 15/02 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **06.09.2018**

(54)

Układ i sposób zarządzania energią pojazdu elektrycznego

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

25.03.2019 BUP 07/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.07.2019 WUP 07/19

(73) Uprawniony z patentu:

**VERS PRODUKCJA
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ
SPÓŁKA KOMANDYTOWA, Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MICHAŁ WENDEKER, Warszawa, PL
TYTUS TULWIN, Lublin, PL**

PL 232794 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ i sposób zarządzania energią pojazdu elektrycznego.

Znany jest ze zgłoszenia patentowego nr EP1241041 elektryczny układ trakcyjny dla pojazdu, zawierający: sterowanie CA przy przyspieszaniu i zwalnianiu dostępne dla kierowcy pojazdu, jednostkę przetwarzającą układu sterowania CA do identyfikowania i oceny pożądanego momentu obrotowego silnika oraz identyfikowania i oceny pożądanego momentu hamującego, źródło energii elektrycznej do napędzania pojazdu, co najmniej jedną maszyną elektryczną połączoną z co najmniej jednym kołem napędowym i połączoną z linią energetyczną łączącą źródło energii elektrycznej i maszyną elektryczną. Maszyna elektryczna może działać jako silnik pochłaniając energię elektryczną dostępną na linii energetycznej i przekazującą moment napędowy do wspomnianego koła napędowego. Maszyna elektryczna może działać jako generator, przenosząc moment hamowania na wspomniane koło napędowe i przywracając energię elektryczną do linii elektroenergetycznej. Układ zawiera dodatkowo urządzenie magazynujące energię elektryczną podłączone do wspomnianej linii elektroenergetycznej, urządzenie do magazynowania energii elektrycznej, które składa się z superkondensatorów. W układzie znajduje się również urządzenie zarządzające trybem działania wybierające tryb pobierania lub tryb odzyskiwania energii. Jednostka napędowa momentu obrotowego przyłożonego do koła pojazdu umożliwia, w przypadku zapotrzebowania na moment obrotowy silnika, obsługę maszyny elektrycznej jako silnika poprzez zużywanie energii elektrycznej przechowywanej w urządzeniu magazynującym energię elektryczną dopóki obciążenie urządzenia magazynującego energię elektryczną nie jest minimalne. W pierwszej kolejności w odniesieniu do wykorzystania źródła energii elektrycznej do dostarczania energii niezbędnej do przyczepności pojazdu. W przypadku zapotrzebowania na moment hamowania, obsługę maszyny elektrycznej jako generatora przy użyciu wytworzonej energii elektrycznej w celu ładowania urządzenia do magazynowania energii elektrycznej, o ile obciążenie urządzenia do magazynowania energii elektrycznej nie jest maksymalne, pierwszeństwo przed użyciem jakiegokolwiek innego urządzenia hamującego.

Ze zgłoszenia patentowego nr CN102019889 znany jest układ zasilania pojazdu elektrycznego i układu jego sterowania. Dynamiczne zasilanie pojazdu elektrycznego jest złożonym zasilaniem zawierającym akumulator i superkondensator. System sterowania posiada układ sterowania zasilaniem, elektryczny układ napędowy oparty na wielostrefowej technologii pasywnego bezstratnego przełączania miękkiego, system zarządzania monitorowaniem zasilania, system zbierania i przetwarzania sygnałów oraz zdigitalizowany system sterowania rdzenia.

Celem wynalazku jest poprawa wydajności układu zasilania i odzyskiwania energii elektrycznej w pojazdach elektrycznych.

Istotą układu zarządzania energią pojazdu elektrycznego, posiadający maszynę elektromechaniczną, przetwornik mocy, przetwornicę napięcia DC/DC, pakiet kondensatorów i baterię według wynalazku jest to, że maszyna elektromechaniczna połączona jest pierwszą linią energetyczną z przetwornikiem mocy posiadającym czujnik pomiaru natężenia prądu, który to przetwornik mocy połączony jest drugą linią energetyczną z przetwornicą napięcia DC/DC obniżającą napięcie, która połączona jest trzecią linią energetyczną z czujnikiem natężenia prądu do baterii. Przetwornik mocy połączony jest czwartą linią energetyczną z przetwornicą napięcia DC/DC, która połączona jest do pakietu kondensatorów. Do przetwornika mocy podłączony jest pierwszą linią sygnałową sterownik, który podłączony jest: drugą linią sygnałową z przetwornicą napięcia DC/DC obniżającą napięcie, trzecią linią sygnałową z czujnikiem natężenia prądu, oraz czwartą linią sygnałową z przetwornicą napięcia DC/DC.

Korzystnie przetwornica napięcia DC/DC składa się z przetwornicy podwyższającej napięcie w kierunku przepływu prądu z pakietu kondensatorów i obniżającej napięcie w kierunku przepływu prądu do pakietu kondensatorów.

Maszyna elektromechaniczna może być trójfazowym silnikiem synchronicznym prądu stałego sterowanym przetwornikiem mocy w postaci falownika. Silnik prądu stałego jest silnikiem obcowzbudnym albo silnikiem o magnesach trwałych.

Istotą sposobu zarządzania energią pojazdu elektrycznego, według wynalazku jest to, że energię elektryczną wytwarzaną przez maszynę elektromechaniczną podczas rekuperacji kieruje się do przetwornika mocy, z którego kieruje się prąd przez przetwornicę DC/DC obniżającą napięcie do baterii oraz za pomocą czujnika natężenia prądu znajdującego się pomiędzy przetwornicą prądu DC/DC obniżającą napięcie a baterią mierzy się natężenie prądu elektrycznego płynącego z przetwornicy prądu DC/DC do baterii, po czym za pomocą sterownika układu na podstawie natężenia prądu zmierzonego za pomocą

czujnika natężenia prądu ogranicza się prąd płynący do baterii do zadanej wartości granicznej, a nadmiar wytworzonego prądu kieruje się poprzez przetwornicę napięcia prądu DC/DC do układu kondensatorów, natomiast podczas dostarczania energii do maszyny elektromechanicznej energią elektryczną zasilającą maszynę elektromechaniczną kieruje się z baterii poprzez przetwornicę DC/DC obniżającą napięcie oraz za pomocą czujnika natężenia prądu mierzy się natężenie prądu elektrycznego płynącego z przetwornicy prądu DC/DC z baterii i za pomocą sterownika na podstawie natężenia prądu zmierzzonego za pomocą czujnika natężenia prądu ogranicza się prąd płynący z baterii do zadanej wartości granicznej, a nadmiar zadanego prądu dostarcza się do maszyny elektromechanicznej poprzez przetwornicę prądu DC/DC z pakietu kondensatorów.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że pozwala na zwiększenie chwilowej mocy pojazdu elektrycznego bez nadmiernego obciążenia baterii w sposób automatyczny.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu, fig. 2 – wykres zależności natężenia od czasu w układzie zasilania.

Wynalazek w przykładzie wykonania, którego schemat przedstawiono na fig. 1 rysunku, składa się z maszyny elektromechanicznej 1 w postaci trójfazowego silnika synchronicznego prądu zmiennego, obcowzbudnego, sterowanego falownikiem mocy DC/AC o napięciu znamionowym w zakresie 150–450 VDC. Maszyna elektromechaniczna 1 połączona jest pierwszą linią energetyczną „A” z przetwornikiem mocy 2 posiadającym czujnik pomiaru natężenia prądu, który to przetwornik mocy 2 połączony jest drugą linią energetyczną „C” z przetwornicą napięcia DC/DC 3 obniżającą napięcie. Przetwornica napięcia DC/DC 3 połączona jest trzecią linią energetyczną „D” poprzez czujnik natężenia prądu 4 do baterii 5. Przetwornica napięcia DC/DC 3 jest przetwornicą impulsową obniżającą napięcie, składa się z tranzystorów typu MOSFET. Bateria 5 jest głównym źródłem zasilania pojazdu, składa się z ogniw litowo-jonowych połączonych równolegle i szeregowo, charakteryzuje się napięciem znamionowym 400 V. Przetwornik mocy 2 połączony jest czwartą linią energetyczną „E” z przetwornicą napięcia DC/DC 6, która połączona jest do pakietu kondensatorów 7. Przetwornica DC/DC 6 jest przetwornicą impulsową podwyższająco-obniżającą napięcie, składa się z tranzystorów typu MOSFET i posiada dwie gałęzie prądowe. Pakiet superkondensatorów jest drugim źródłem zasilania i przejmowania energii rekuperacji w pojeździe elektrycznym, składa się z kondensatorów elektrochemicznych z podwójną warstwą połączonych w sposób szeregowy i równoległy, charakteryzuje się napięciem znamionowym wynoszącym 400 VDC. Do przetwornika mocy 2 podłączony jest pierwszą linią sygnałową „a” sterownik 8, który podłączony jest drugą linią sygnałową „b” z przetwornicą napięcia DC/DC 3 obniżającą napięcie. Sterownik 8 połączony jest również trzecią linią sygnałową „c” z czujnikiem natężenia prądu 4, oraz czwartą linią sygnałową „d” z przetwornicą napięcia DC/DC 6. Przetwornica napięcia DC/DC 6 składa się z przetwornicy podwyższającej napięcie w kierunku przepływu prądu z pakietu kondensatorów 7 i obniżającej napięcie w kierunku przepływu prądu do pakietu kondensatorów 7.

Sposób zarządzania energią pojazdu elektrycznego w przykładzie wykonania zrealizowanym za pomocą układu opisanego w przykładzie wykonania. Polegał on na tym, że energią elektryczną wytwarzaną przez maszynę elektromechaniczną 1 podczas rekuperacji kierowano do przetwornika mocy 2 w postaci falownika, z którego kierowano prąd przez przetwornicę DC/DC 3 obniżającą napięcie do baterii 5. Za pomocą czujnika natężenia prądu 4 znajdującego się pomiędzy przetwornicą prądu DC/DC 3 a baterią 5 mierzono natężenie prądu elektrycznego płynącego z przetwornicy prądu DC/DC 3 obniżającej napięcie do baterii 5 i za pomocą sterownika 8 na podstawie zmierzzonego natężenia prądu ograniczono prąd płynący do baterii 5 do zadanej wartości granicznej, a nadmiar wytworzonego prądu skierowano poprzez przetwornicę prądu DC/DC 6 do pakietu kondensatorów 7. Podczas dostarczania energii do maszyny elektromechanicznej 1 energią elektryczną zasilającą maszynę elektromechaniczną 1 kierowano z baterii 5 poprzez przetwornicę DC/DC 3 obniżającą napięcie oraz za pomocą czujnika natężenia prądu 4 mierzono natężenie prądu elektrycznego płynącego z przetwornicy prądu DC/DC 3 obniżającej napięcie z baterii 5 i za pomocą sterownika 6 na podstawie natężenia prądu zmierzzonego za pomocą czujnika natężenia prądu 4 ograniczono prąd płynący z baterii 5 do zadanej wartości granicznej. Nadmiar zadanego prądu dostarczano do maszyny elektromechanicznej 1 poprzez przetwornicę prądu DC/DC 6 z układu kondensatorów 7. Wykres zależności natężenia od czasu w układzie zasilania pokazano na fig. 2 rysunku.

Układ pozwala na zwiększenie chwilowej mocy pojazdu elektrycznego bez nadmiernego obciążenia baterii 5 w sposób automatyczny. Potrzeba zwiększenia mocy ponad ograniczenie baterii 5 (ponad zadany limit maksymalnego prądu z baterii) jest wykrywana przez czujnik położenia pedału przyspieszenia. Sterownik 8 układu reguluje pracę pierwszej przetwornicy DC/DC 3 obniżającej napięcie

umieszczonej pomiędzy baterią 5 a przetwornikiem mocy 2, ograniczając natężenie prądu płynącego przez baterię 5 i pozwalając na pobór nadwyżki energii z pakietu kondensatorów 7. Zatem mimo zwiększonego poboru prądu elektrycznego przez maszynę elektromechaniczną 1, prąd pobierany z baterii 5 jest stały w warunkach ustalonych. Układ pozwala na zwiększenie chwilowej mocy pojazdu o kilkadziesiąt procent bez nadmiernego obciążania baterii 5. Druga przetwornica napięcia DC/DC 6 podwyższająca napięcie pozwala na szybszy transfer energii z pakietu kondensatorów 7 w większym zakresie napięcia podczas rekuperacji. Zadawana wartość prądu nadwyżkowego ponad ograniczenie prądu baterii 5 dobierana jest automatycznie na podstawie poziomu ładunku w pakiecie kondensatorów 7. Każdy nadmiarowy prąd pobierany z baterii 5 jest momentalnie wykrywany i ograniczany przetwornicą napięcia DC/DC 8 obniżającą napięcie. Takie działanie układu pozwala na zmniejszenie tempa zużycia baterii 5 pojazdu, wydłużając jej czas zdatności.

Układ pozwala na zwiększenie potencjału rekuperacji energii. Pakiet kondensatorów, dzięki swojej liniowej charakterystyce, pozwala na przyjęcie energii z hamowania generatorem w większym zakresie napięcia (maszyna elektromechaniczna) przy większych mocach. Zatem część energii podczas hamowania regenerowana jest do pakietu kondensatorów 7, a część do baterii 5 pojazdu. Sterownik 8 układu wykrywa natężenie regenerowanej energii do baterii 5 i tak reguluje prąd ładowania baterii 5 przetwornicą napięcia DC/DC obniżającą napięcie 3, by nie przekroczył on zadanej granicznej wartości, a każdy nadmiar jest regenerowany do pakietu kondensatorów 7. Takie działanie pozwala na zmniejszenie tempa zużycia baterii 5 pojazdu, wydłużając jego czas zdatności. Ponadto hamowanie regeneracyjne jest bardziej agresywne zwiększając odzysk energii.

Podczas przyspieszania kierowca zadaje wartość natężenia prądu płynącego do maszyny elektromechanicznej 1. Gdy zadana wartość jest większa niż ograniczenie prądu baterii 5, nadmiarowa energia kierowana jest z pakietu kondensatorów 7. Zatem pakiet kondensatorów 7 załączany jest dopiero po przekroczeniu granicznego prądu baterii 5. Graniczne natężenie prądu baterii uzależnione jest od poziomu napięcia w pakiecie kondensatorów 7.

Podczas hamowania strategia obciążania maszyny elektromechanicznej 1 balansuje pomiędzy hamowaniem tarciovym układem hamulców a hamowaniem indukcyjnym maszyny elektromechanicznej 1. Jednym z warunków jest zdolność baterii 5 do przyjęcia, w krótkim czasie dużych mocy. Zastosowanie pakietu kondensatorów 7 zwiększa potencjał do przyjmowania energii z hamowania regeneracyjnego. Podczas hamowania energia trafia do baterii 4 pojazdu oraz do pakietu kondensatorów 7. Ponieważ pakiet kondensatorów 7 podpięty jest równolegle do baterii 5, zmniejszony jest prąd ładowania baterii 5 pojazdu, co pozwala na bardziej agresywną strategię hamowania regeneracyjnego.

Wykaz oznaczeń:

- 1 – maszyna elektromechaniczna
- 2 – przetwornik mocy
- 3 – przetwornica napięcia DC/DC obniżająca napięcie
- 4 – czujnik natężenia prądu
- 5 – bateria
- 6 – przetwornica napięcia DC/DC
- 7 – pakiet kondensatorów
- 8 – sterownik
- A, C, D – linia energetyczna
- a, b, c, d – linia sygnałowa

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ zarządzania energią pojazdu elektrycznego, posiadający maszynę elektromechaniczną, przetwornik mocy, przetwornicę napięcia DC/DC, pakiet kondensatorów i baterię, **znamienny tym**, że maszyna elektromechaniczna (1) połączona jest pierwszą linią energetyczną (A) z przetwornikiem mocy (2) posiadającym czujnik pomiaru natężenia prądu, który to przetwornik mocy (2) połączony jest drugą linią energetyczną (C) z przetwornicą napięcia DC/DC (3) obniżającą napięcie, która połączona jest trzecią linią energetyczną (D) z czujnikiem natężenia prądu (4) do baterii (5), oraz przetwornik mocy (2) połączony jest czwartą linią

- energetyczną (E) z przetwornicą napięcia DC/DC (6), która połączona jest do pakietu kondensatorów (7), zaś do przetwornika mocy (2) podłączony jest pierwszą linią sygnałową (a) sterownik (8), który podłączony jest: drugą linią sygnałową (b) z przetwornicą napięcia DC/DC (3) obniżającą napięcie, trzecią linią sygnałową (c) z czujnikiem natężenia prądu (4), oraz czwartą linią sygnałową (d) z przetwornicą napięcia DC/DC (6).
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przetwornica napięcia DC/DC (6) składa się z przetwornicy podwyższającej napięcie w kierunku przepływu prądu z pakietu kondensatorów (7) i obniżającej napięcie w kierunku przepływu prądu do pakietu kondensatorów (7).
 3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że maszyna elektromechaniczna (1) jest trójfazowym silnikiem synchronicznym prądu zmiennego sterowanym przetwornikiem mocy (2) w postaci falownika.
 4. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że silnik prądu zmiennego jest silnikiem obco-wzbudnym.
 5. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że silnik prądu zmiennego jest silnikiem o magne-sach trwałych.
 6. Sposób zarządzania energią pojazdu elektrycznego, **znamienny tym**, że energię elektryczną wytwarzaną przez maszynę elektromechaniczną (1) podczas rekuperacji kieruje się do przetwornika mocy (2), z którego kieruje się prąd przez przetwornicę DC/DC (3) obniżającą napięcie do baterii (5) oraz za pomocą czujnika natężenia prądu (4) znajdującego się pomiędzy przetwornicą prądu DC/DC (3) obniżającą napięcie a baterią (5) mierzy się natężenie prądu elektrycznego płynącego z przetwornicy prądu DC/DC (3) do baterii (5), po czym za pomocą sterownika układu (8) na podstawie natężenia prądu zmierzonego za pomocą czujnika natężenia prądu (4) ogranicza się prąd płynący do baterii (5) do zadanej wartości granicznej, a nadmiar wytworzonego prądu kieruje się poprzez przetwornicę napięcia DC/DC (6) do układu kondensatorów (7), natomiast podczas dostarczania energii do maszyny elektromechanicznej (1) energię elektryczną zasilającą maszynę elektromechaniczną (1) kieruje się z baterii (5) poprzez przetwornicę DC/DC (3) obniżającą napięcie oraz za pomocą czujnika natężenia prądu (4) mierzy się natężenie prądu elektrycznego płynącego z przetwornicy napięcia DC/DC (6) z baterii (5) i za pomocą sterownika (8) na podstawie natężenia prądu zmierzzonego za pomocą czujnika natężenia prądu (4) ogranicza się prąd płynący z baterii (5) do zadanej wartości granicznej, a nadmiar zadanego prądu dostarcza się do maszyny elektro-mechanicznej (1) poprzez przetwornicę napięcia DC/DC (6) z pakietu kondensatorów (7).

Rysunki

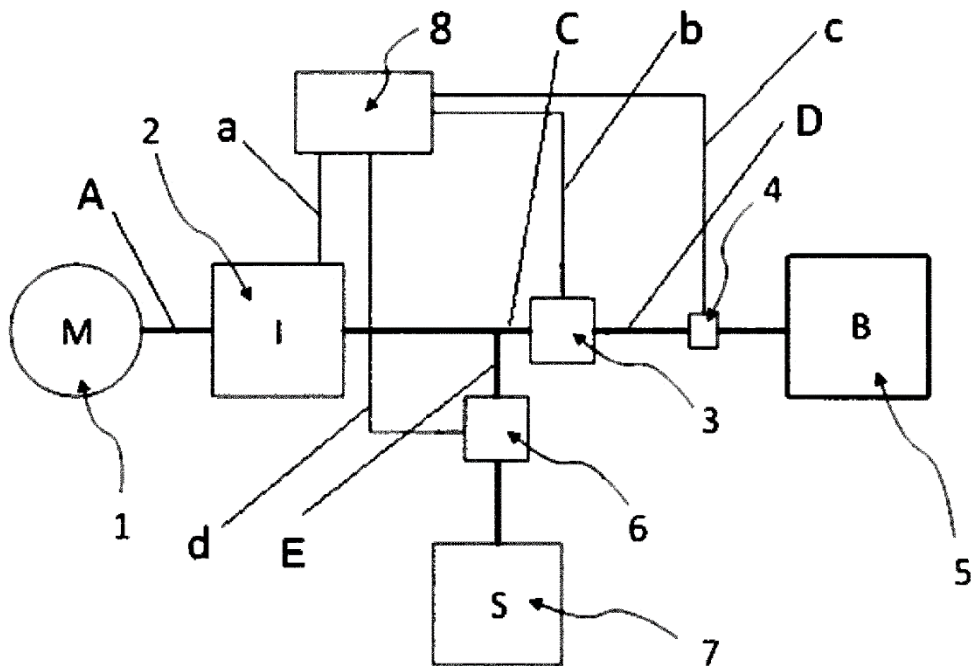


Fig. 1

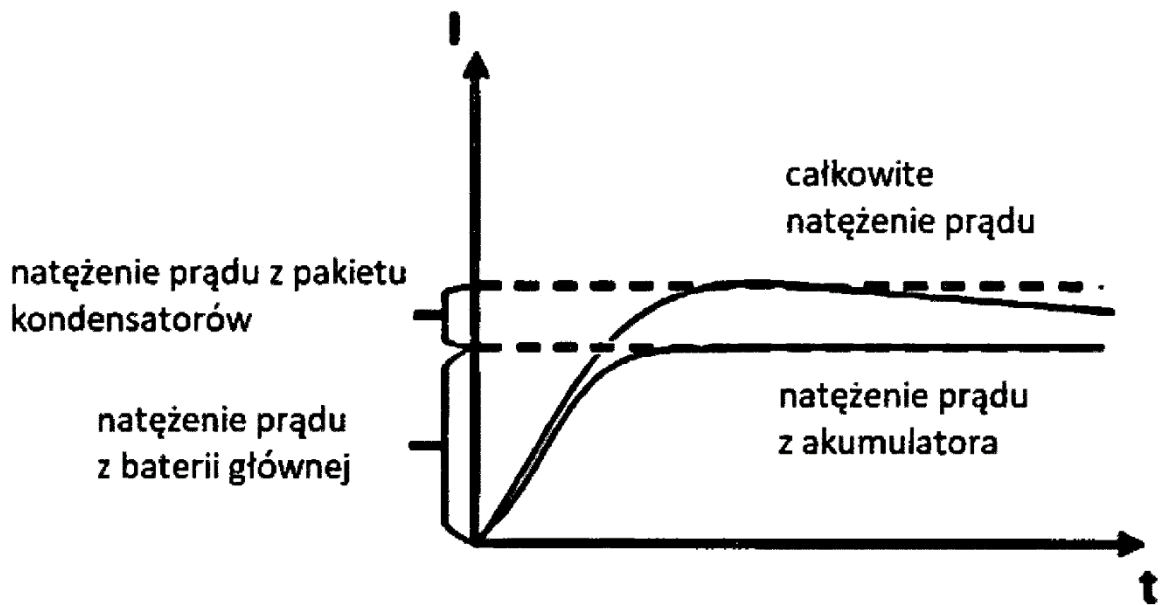


Fig. 2